

UNIVERSITE DU QUEBEC

MEMOIRE

PRESENTE A

L'UNIVERSITE DU QUEBEC A TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAITRISE EN(PSYCHOLOGIE)

PAR

CHRISTIAN MOISAN

EFFET DE L'ABLATION BILATERALE
DES AIRES VISUELLES 17 ET 18 SUR
L'APPRENTISSAGE D'UNE TACHE VISUELLE
STEREOSCOPIQUE CHEZ LE CHAT

NOVEMBRE 1986

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières

Sommaire	V
Introduction	2
Chapitre premier - Contexte théorique et expérimental	5
Chapitre II - Description de l'expérience	31
Sujets	31
Appareils et procédure	31
A- Stimuli	33
B- Système de projection et lentilles	34
Description de la procédure	35
Déroulement de l'expérience	37
Phase I	38
Phase II	38
Phase III	39
Phase IV	39
Méthode chirurgicale	40
Phase V	42
Tests complémentaires	42
A- Périmétrie	42
B- L'alignement oculaire	44
Chapitre III - Analyse des résultats'	49
Méthode d'analyse	49
Résultats individuels	50
1- Chat M1	50

2- Chat M2	53
3- Chat M3	55
4- Chat M4	56
Analyse groupée	60
A- Groupe pré-opératoire	60
B- Groupe post-opératoire	61
Résultats des tests complémentaires	63
A- Alignement oculaire	63
B- Périmétrie	65
Chapitre IV- Interprétation des résultats	73
Conclusion	79
Appendice A - Table de hazard de Gellerman Table d'alignement oculaire Table de périmétrie	82
Appendice B - Données brutes pour les quatre étapes expérimentales ainsi que celles du sur-apprentissage en Pseudo-Stéréo et celles des tests contrôle	86
Appendice C - Données brutes de l'alignement oculaire Données brutes de la périmétrie	146
Remerciements	151
Références	153

Sommaire

La présente recherche s'intéresse aux structures corticales impliquées dans la vision stéréoscopique. Cette dernière se définit comme la perception visuelle de la profondeur résultant de l'intégration nerveuse des différentes images perçues par les deux yeux. Dans une première étape (pré-opératoire), les sujets normaux devront être amenés à percevoir la stéréopsie à l'aide des stéréogrammes de Julesz. Par la suite, à l'étape post-opératoire, les sujets, après l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18, seront retestés selon le même schème expérimental. L'hypothèse postulée est la suivante: les sujets ayant subi l'ablation des aires 17 et 18 devraient montrer un déficit marqué dans la capacité d'extraction du relief.

Quatre chats adultes ont été utilisés pour cette expérience. Ils ont tous été entraînés dans une boîte de Thompson et ont été amenés à apprendre à discriminer entre deux barres, l'une verticale et l'autre horizontale. Ces barres ont été présentées de trois façons différentes selon un ordre croissant de difficulté soit: verticale et horizontale sur un fond blanc (V vs H), verticale et horizontale en agglomération de points (P-S) et verticale et horizontale en stéréopsie (Stéréo). C'est cette

dernière étape qui intéresse particulièrement la recherche, les deux premières n'étant que des étapes préliminaires.

Les résultats obtenus montrent que tous les sujets normaux perçoivent la stéréopsie à l'aide des stéréogrammes de Julesz (1971). Les résultats en post-opératoire démontrent une baisse significative de la performance de tous les sujets. L'incapacité d'atteindre le critère de réussite indique un profond déficit produit par l'ablation des aires visuelles 17 et 18 dans l'accomplissement d'une tâche stéréoscopique et démontre l'importance de ces régions corticales dans le traitement de la disparité spatiale.

Introduction

Depuis Wheatstone(1838), bien des chercheurs ont tenté de comprendre le phénomène de la perception du relief en effectuant des recherches de tout genre, physiologiques, neurologiques et autres. Toutefois, depuis une peu plus d'une décennie, la recherche dans ce domaine est plus exhaustive. De même, les méthodes expérimentales et les moyens techniques disponibles se sont améliorés. C'est ainsi qu'en 1959, Julesz créait des stéréogrammes composés de points au hasard(random dots stereograms) permettant de faire apparaître un stimulus en profondeur. Toutefois, personne n'avait encore utilisé ces stéréogrammes dans les études comportementales chez le chat. L'on s'était plutôt servi jusqu'alors de techniques telle que la perception de la profondeur chez le chat. Cette technique consiste à projeter sur un écran, l'ombrage de trois tiges verticales au moyen de deux points chromatiques lumineux, lesquels sont légèrement séparés de façon horizontale.

L'expérimentation animale est particulièrement intéressante car elle permet d'induire des situations expérimentales et d'en contrôler certaines variables. De fait, des lésions sélectives de certaines régions du cerveau peuvent être effectuées et le comportement du sujet peut être étudié. Dans le domaine de la recherche comportementale, la comparaison entre les performances pré et post-opératoires nous indique l'effet produit par les lésions.

L'utilisation des stéréogrammes de Julesz dans l'étude de la stéréopsie chez le chat est originale en ce sens qu'elle permet la perception du relief en l'absence d'indices monoculaires. Des lentilles, combinées à des filtres montés sur projecteurs, jouent le rôle d'un stéréoscope et permettent l'effet de profondeur désiré. Les travaux de Ptito et al., (1981) ont démontré la vision de la profondeur chez le chat avec l'utilisation de cette technique.

Considérant la possibilité, pour le chat normal, de percevoir la stéréopsie avec les stéréogrammes de Julesz, cette expérience se propose de démontrer l'importance des aires visuelles primaires 17 et 18 sur ce type de vision. Etant donné que ce type de perception nécessite une intégration binoculaire et que les aires 17 et 18 ont une forte densité de cellules binoculaires, des lésions bilatérales de ces aires seront effectuées chez tous les sujets expérimentaux parce qu'une perte de binocularité équivaut à une perte de stéréopsie.

Chapitre premier

Contexte théorique et expérimental

La perception de la profondeur est un type de perception qui nécessite l'apport d'indices monoculaires et binoculaires. La grandeur des objets, leur position et leur clarté sont des exemples d'indices monoculaires, tandis que la convergence et la disparité sont des indices binoculaires.

Définition de la stéréopsie

Tout d'abord, il apparaît important de définir la stéréopsie, considérant que c'est la notion autour de laquelle s'articule le projet. Elle est la perception binoculaire de la profondeur. C'est le mécanisme que nous permet de percevoir le décalage spatial entre les objets. Tel que démontré par Wheatstone en 1838, cet effet de la profondeur résulte de la disparité rétinienne des images. En effet, chez l'humain, comme chez la plupart des mammifères, la distance horizontale séparant les deux yeux produit dans chaque oeil une image légèrement différente du champ tridimensionnel. Cette différence entre les images rétiniennes est analysée par le cerveau durant le processus de fusion, donnant ainsi la profondeur.

La complexité de ce système exige, à ce stade ci, la description des divers processus impliqués et ce selon deux groupes de théories; neurologiques et physiologiques.

Processus de la vision stéréoscopique

Les théories neurologiques de la vision binoculaire simple et de la stéréopsie ont traditionnellement eu pour hypothèse qu'il existait un système visuel central tel un oeil cyclope(Julesz,1971). Par conséquent, l'information provenant des deux yeux doit être acheminée à un lieu commun. Ce lieu sert à analyser la disparité horizontale des deux images dont la fusion produit l'effet tridimensionnel. Il existe, au niveau du cortex visuel, des neurones ayant un champ récepteur pour chaque oeil. Ces deux champs récepteurs répondant aux stimulations de chacun des yeux, n'ont pas tous une correspondance spatiale exacte.

En effet, les études de Bishop(1971) et Bishop et Henry(1971) ont démontré que seulement une partie des neurones visuels ont des champs récepteurs dans des positions exactement correspondantes dans le champ visuel. Donc l'autre partie des neurones du cortex visuel ne possède pas de correspondance exacte et montre, par conséquent des degrés variés de disparité entre les deux champs récepteurs. Ces derniers permettent de percevoir la profondeur. Ces neurones binoculaire sont de plus, excités optimalement lorsque les deux champs récepteurs monoculaires sont stimulés simultanément. Ainsi les points situés en avant ou en arrière de l'horoptère(cercle passant par les deux yeux et le point de convergence) stimulent davantage ces neurones sensibles à la disparité.

Les théories physiologiques soutiennent que pour bien percevoir la profondeur, l'information binoculaire est requise. On étudie ici les projections rétiniennes ipsi et contralatérales ainsi que le transfert d'information inter-cortex. Ainsi les points situés en avant du point de fixation ont leurs projections aux moitiés temporales de la rétine et les points situés en arrière du point de fixation ont leurs projections aux moitiés nasales de la rétine. Au niveau cortical, la profondeur est obtenue grâce au regroupement d'une certaine population de cellules binoculaires ayant chacune leur degré de disparité propre.

En parlant de moitiés nasales et temporales on suppose que la rétine est divisée en deux parties et qu'il existe, par conséquent, une ligne de séparation les délimitant. Les neurones localisés dans l'une ou l'autre des hémirétines(nasales ou temporales) projettent à des hémisphères différents par deux voies possibles: la voie chiasmatique transmet l'information provenant des hémirétines nasales aux aires corticales visuelles contralatérales et le corps calleux effectue la liaison interhémisphérique des projections provenant des hémirétines temporales. Certains auteurs ont démontré l'importance de ces deux voies dans l'acheminement de l'information visuelle. Berlucchi et Rizzolatti(1969) et Berlucchi (1972)ont démontré une importante réduction des réponses corticales

binoculaires au niveau des aires 17 et 18 suite à la section chiasmatic. Ils ont trouvés que chez des chats chiasmatomisés, l'information enregistrée dans les champs récepteurs des neurones d'un cortex provenait non seulement de l'oeil ipsilatéral mais également de l'oeil contralatéral via le corps calleux. Il n'y a toutefois aucune évidence que cette situation ne soit pas créée simplement par l'imprécision de la ligne de séparation rétinienne ou par l'information disparate retrouvée dans les voies optiques. De toute façon, les théories physiologiques soutiennent indéniablement que pour juger de la profondeur des points, l'information en provenance des deux yeux est requise. Celle-ci est reléguée à diverses cellules binoculaires dotées de leur degré distinctif de disparité.

Bien que la vision du relief soit complexe à décrire, il apparaît important d'expliquer les principaux mécanismes binoculaires connus, impliqués dans la stéréopsie telle que le phénomène de la convergence et celui de la disparité. Dans la présente recherche ces deux variables doivent être parfaitement contrôlées dans le but de permettre une perception optimale des stéréogrammes.

Les mécanismes impliqués dans la stéréopsie

La perception de la profondeur(stéréopsie) est une sphère d'étude très particulière du fait qu'on n'a pas encore, à ce jour,

cerné toutes les structures impliquées dans cette fonction. Encore bien des chercheurs se questionnent sur l'intégration et l'analyse de l'information binoculaire et sur les nombreuses interactions neuronales. Les différentes écoles de pensée ont proposées divers modèles théoriques souvent contradictoires, les uns suggérant que le champ visuel bidimensionnel comportait en soi de multiples informations de profondeur, les autres proposant l'importance de l'expérience antérieure.

La vision de la profondeur est un phénomène perceptuel complexe en ce qu'il englobe une multitude de variables. Elle permet non seulement de juger de la distance d'un objet par rapport à un observateur (distance absolue) mais aussi de juger la distance entre les objets tels qu'ils sont perçus plus près ou plus loin les uns des autres (distance relative). La complexité du phénomène perceptuel stéréoscopique est augmentée du fait de la présence d'indices multiples permettant de discerner à la fois la distance absolue et la distance relative. Il est de plus, difficile de bien contrôler ces différents indices lors d'expérimentations et de reconnaître les plus importants.

La convergence

Comment se fait-il qu'avec deux yeux nous ne voyons pas double? Il est un mécanisme qui permet aux deux yeux de fusionner les images d'un même objet en une seule; la convergence. Les deux

images perçues sont alors projetées sur une zone dite correspondante dans chaque oeil. Ce mécanisme n'a cependant pas pour seule fonction la production d'une image unique, puisqu'il permet également de juger la distance. L'angle de convergence variant avec la distance de l'objet observé devient un indice utile dans l'estimation de la profondeur. Cette coordination des yeux est assurée par le mouvement associé des yeux. Les deux yeux sont d'ailleurs tellement en relation l'un avec l'autre qu'ils ne peuvent se déplacer indépendamment l'un de l'autre. La musculature des deux yeux réagit simultanément en une même implusion.

L'efficacité de convergence, dans la perception de la profondeur peut être démontrée par une technique relativement simple. Le port de lunette prismatique, par un sujet, produira un déplacement de l'image de l'objet qui modifiera l'angle de convergence nécessaire à une vision simple. Toutefois, la convergence, si complexe soit-elle, ne peut à elle seule expliquer le phénomène de la stéréopsie. Les déplacements de l'angle de convergence doivent être perçus et analysés par le cerveau. Selon certaines théories le système musculaire permet au cerveau d'interpréter les divers déplacements par le degré d'extension de certains muscles oculomoteurs.

La disparité

Bien que certains points du champ visuel ne forment qu'une

image sur les deux rétines, d'autres points n'ont pas de correspondances dans les deux yeux et sont, par conséquent, vus différemment. Il apparaît d'abord justifié de définir une notion importante dans la compréhension de la disparité soit l'horoptère. Il est en fait le lieu géométrique de tous les points qui donnent lieu à une vision simple. Il n'y a pas seulement le point vers lequel convergent les deux yeux qui est vu unitairement mais également les points situés sur le contour d'un cercle passant par les deux yeux et le point de convergence. Cette vision simple des points tombant sur le contour de ce cercle s'explique par le fait qu'il existe pour chacun des points rétinien d'un oeil une correspondance avec un point situé dans une position homologue dans l'autre oeil. Outre les points tombant sur ce cercle, il y en a qui sont situés en deçà et au-delà et qui ne possèdent donc pas de correspondances rétiniennes. Ce sont eux qui produisent le décalage nécessaire pour percevoir la profondeur. Les projections des points situés à l'intérieur de ce cercle ont une disparité croisée(convergente) et permettent de percevoir l'objet en avant du plan de référence, et les points situés à l'extérieur du cercle ont une disparité non-croisée(divergente) et permettent de percevoir l'objet en arrière du plan de référence. Si l'on doit juger de la profondeur d'un objet par rapport à un autre, deux modes sont possibles. On peut regarder l'objet le plus près de nous(en avant) et le voir se détacher vers l'avant du second(vision croisée) ou encore, regarder l'objet le plus éloigné et le voir se détacher en

arrière de l'autre point(vision non-croisée).

Outre ces indices binoculaires, il existe plusieurs indices monoculaires qui permettent de percevoir la profondeur dont la taille, la perspective, la texture, le recouvrement, la position et la luminosité. Toutefois, dans notre étude, ces indices monoculaires ne doivent pas interférer avec la tâche stéréoscopique, étant absents des stimuli.

Cheminement de l'information visuelle

La voie rétino-géniculo-striée

Il apparaît ici important de traiter du cheminement de l'information visuelle, c'est-à-dire le trajet que doit parcourir cette information afin d'être analysée.

En premier lieu, l'input visuel est reçu par la rétine qui elle se divise en trois couches. La première, la couche réceptrice, se compose des récepteurs, les cônes et les bâtonnets, lesquels réagissent spécifiquement à la lumière physique. La seconde couche est formée des cellules bipolaires. Celles-ci sont reliées entre elles par les cellules amacrines. La dernière couche est constituée des cellules ganglionnaires dont le prolongement axonal forme le nerf optique.

La rétine possède, en ligne directe avec l'axe visuel, une

petite aire circulaire et jaunâtre, la macula lutéa. Celle-ci représente l'aire rétinienne responsable de la vision centrale. Son rôle est de mettre au foyer(focus) l'image rétinienne de n'importe quel point perçu. Au centre de la macula se trouve un petit point qu'on appelle la fovéa. Il assure la vision la plus précise(acuité) et la meilleure pour la discrimination des couleurs.

L'information est ensuite acheminée vers un relai visuel, le corps genouillé externe(CGE) qui est un noyau thalamique. Elle emprunte toutefois deux voies différentes, une voie controlatérale (croisée) où les fibres des moitiés nasales des rétines se croisent en formant le chiasma optique, et une autre voie qui est ipsilatérale, c'est-à-dire que les fibres des moitiés temporales restent du même côté(Berlucchi et al., 1969; Hubel et Weisel, 1967, 1969; Sprague et al., 1979).

En vision binoculaire, les champs visuels droit et gauche sont projetés sur des portions de chaque rétine. Tout d'abord, les projections d'un seul oeil seront prises pour expliquer la disposition des portions du champ visuel. Les images des objets dans le champ visuel droit sont projetées sur la moitié nasale gauche et sur la moitié temporale droite de la rétine. L'information projetée sur la moitié temporale est acheminée au CGE ipsilatéralement. Le croisement des fibres nasales forme le chiasma optique.

Celui-ci achemine toute l'information concernant les portions extrêmes de l'objet, en plus d'une partie de l'information interne. La voie ipsilatérale contient, quant à elle, toute l'information centrale de l'objet. Par ce croisement, l'information du champ visuel droit se retrouve dans la voie optique gauche, laquelle représente le champ visuel droit complet. Le CGE droit contient toute l'information située à gauche de l'objet. Le cheminement de l'information du CGE au cortex demeurant ipsilatéral, l'hémisphère gauche reçoit donc l'information du champ visuel droit (Carpenter, 1977).

L'information visuelle chemine donc de la rétine vers le nerf optique; de là, elle rejoint le CGE ipsilatéral par les fibres rétiniennes ipsilatérales et le CGE controlatéral via le chiasma optique pour ensuite cheminer à travers les radiations optiques avant de rejoindre les aires visuelles corticales. Les couches 1, 3 et 6 du CGE reçoivent des inputs visuels de l'oeil controlatéral tandis que les couches 2, 4 et 5 les reçoivent de l'oeil ipsilatéral. Toutefois aucune intégration binoculaire ne s'effectue au niveau du CGE car l'information doit être transmise au cortex visuel pour qu'il y ait binocularité.

Au niveau cortical, certaines aires visuelles semblent jouer un rôle important dans l'analyse de l'information provenant de la voie rétinogéniculo-striée. Dans la prochaine section, les

différents neurones composant ces zones seront décrits. La première catégorisation tiendra compte de trois types d'unités spécifiques et de leur localisation au niveau cortical. La seconde décrira les unités typiquement binoculaires. Ces dernières intéressent la présente recherche de par leur réponses aux disparités spatiales.

Cortex visuel et cellules corticales

D'après les diverses études anatomiques et physiologiques, il semble que les aires 17 et 18 constituent la principale région d'aboutissement des neurones de la voie rétino-géniculo-striée. Il apparaît donc raisonnable de croire que cette région joue un rôle important dans l'intégration visuelle. Cette hypothèse s'avère fondée chez l'homme et le singe où de profonds déficits au niveau de diverses fonctions visuelles sont observés à la suite de lésions corticales (Lepore et al., 1976a,b; Pasik et Pasik, 1971; Miller et al., 1980). Toutefois, certains de ces déficits ne sont pas apparents chez le chat (Sprague et al., 1977; Berkley et Sprague, 1979; Ptito et al., 1982).

Les cellules simples

Les études électrophysiologiques ont permis de localiser ce type de cellules au niveau de l'aire 17 du cortex visuel. Ce sont des cellules divisées en deux zones, la zone excitatrice et la zone inhibitrice qui sont mutuellement antagonistes (Hubel et

Weisel, 1961, 1962, 1965). L'activité optimale de ces cellules est obtenue lorsque la zone excitatrice est grandement stimulée. Lorsque c'est la zone inhibitrice qui est stimulée, l'activité des cellules diminue et dans la plupart des cas est supprimée. De plus, les cellules simples du cortex visuel sont semblables à celle contenues dans la rétine et le CGE quant à leur parties excitatrices et inhibitrices (Kuffler, 1953; Wagner et al., 1963; Hubel et Weisel, 1961, 1962, 1966). Elles en diffèrent toutefois quant à leur organisation spatiale. Elles ont une organisation concentrique. Ces flancs symétriques ou asymétriques semblent être sensibles à l'orientation du stimulus (Hubel et Weisel, 1961, 1962; Pettigrew, 1968). L'orientation peut être verticale, horizontale ou oblique. Une réponse optimale d'une cellule simple à une orientation précise peut décroître et disparaître lors d'un changement d'orientation. Bien qu'elles répondent généralement à des stimuli immobiles, elles peuvent également décharger suite à un très lent déplacement, soit de 3° par seconde (Movshon, 1974).

Les cellules complexes

Ces cellules ont été localisées surtout au niveau des aires 18 et 19 (Pribram et al., 1980a). Comme l'indique leur nom ces cellules possèdent des propriétés beaucoup plus complexes que les cellules simples. Hubel et Weisel (1962) ont démontré qu'elles reçoivent la majorité de leurs afférences des cellules simples

d'arrangement et d'orientation similaires. Elles possèdent plus de régions excitatrices et inhibitrices et par conséquent leur champ récepteur est plus large que celui des cellules simples. En plus de la forme, l'orientation et la dimension, elles sont sensibles à la vitesse de déplacement. Un stimulus se déplaçant à une vitesse de 5° à 6° par seconde produira une réponse optimale (Pettigrew et al., 1968; Pribram et al., 1980a). D'autres auteurs affirment que les cellules complexes peuvent répondre à un déplacement de 20° par seconde (Hubel et Weisel, 1961, 1962) et même de 24° par seconde (Movshon, 1974). De plus, il semble qu'un petit nombre peuvent répondre à un déplacement de 40° par seconde (Movshon, 1974). La majorité de ces cellules sont sélectives à la direction. Certaines répondent au déplacement bidirectionnel, d'autres préfèrent une direction bien que capables de répondre également à d'autres direction et enfin d'autre ne répondent qu'à une direction. Les cellules complexes sont donc excitées par des mouvements rapides tandis que les cellules simples sont excitées par des mouvements plus lents.

Les cellules hypercomplexes

Ces cellules, plus spécifiques que les cellules complexes se retrouvent principalement au niveau des aires visuelles 18 et 19 (Hubel et Weisel, 1962). Selon Dodwell (1970) 50% de l'aire 19 en est formé. Bien qu'elles possèdent également des zones inhibitrices

elles ne démontrent pas l'effet off retrouvé dans les cellules simples et complexes. Elles possèdent des caractéristiques semblables aux deux autres types de cellules quant à l'orientation, la position et la vitesse de déplacement du stimulus mais ont de plus, la spécificité de recevoir des inputs d'autres cellules moins complexes (Hubel et Weisel, 1962). Elles répondent à une stimulation par l'intermédiaire des autres catégories de cellules.

Cellules corticales binoculaires

Vers la fin des années 60, on a mis en évidence la présence de cellules sensibles à la disparité (Barlow et al., 1967; Nikara et al., 1968) et pouvant être responsables de la perception de profondeur. La présence de ces cellules ne fut pas seulement démontrée chez le chat (Pettigrew et al., 1968; Joshua et Bishop, 1970; Bishop et al., 1971; Hubel et Weisel, 1973; Von der Heydt et al., 1978; Fisher et Krueger, 1979; Ferster, 1981) mais également chez le singe (Hubel et Weisel, 1970; Poggio et Fisher, 1977; Poggio et Talbot, 1981; Poggio, 1984).

Ces unités sont hautement spécifiques par leurs réponses à des disparités différentes. De fait un objet placé à une distance X de l'animal excitera un groupe spécifique de cellules, tandis que le déplacement de cet objet dans le champ visuel produira l'exci-

tation optimale d'autres cellules. L'étendue des disparités horizontales correspond à 6.6° et celle des disparités verticales correspond à 2.2° . A l'intérieur de cette étendue, la diplopie (vision double) n'est pas expérimentée.

Initialement, c'est seulement au niveau de l'aire 18 qu'on nota la présence de ces cellules (Hubel et Weisel, 1970, 1973) chez le chat et le singe. Plus tard, les études de Poggio et Fisher (1977), de Poggio et Talbot (1981) et de Poggio (1984) ont démontré la présence de ces cellules sensibles aux disparités également au niveau de l'aire 17. Ces mêmes auteurs ont distingué plusieurs types de cellules stéréoscopiques qu'ils ont groupées en deux catégories. La première catégorie regroupe les cellules excitatrices et inhibitrices sensibles à la disparité et la seconde catégorie regroupe les cellules ayant une sélectivité aux disparités croisées. Récemment, Lepore et al (1985) ont pu mettre en évidence chez le chat normal la présence de cellules dans l'aire 17 répondant à la disparité spatiale. En fait, les quatre types de détecteurs rapportés par Poggio (1984) dans l'aire striée du singe ont été retrouvés dans celle du chat.

Ces détecteurs sont donc susceptibles de permettre une intégration adéquate de l'information binoculaire et de l'analyse des disparités, ce qui laisse croire qu'ils jouent un rôle de premier plan dans la perception du relief.

Les deux hémisphères cérébraux sont continuellement renseignés sur l'information visuelle provenant des deux yeux. Il apparaît pertinent de décrire les deux principales voies d'acheminement de l'information visuelle d'un hémisphère à l'autre et leur importance relative.

Importance relative du chiasme optique et du corps calleux dans la stéréopsie

Outre la voie rétino-géniculo-striée, à l'intérieur de laquelle on retrouve le chiasma optique, il existe une voie par laquelle peut être acheminée l'information d'un hémisphère à l'autre. La structure responsable du transfert inter-hémisphérique de l'information visuelle s'appelle la voie callosale. Cette voie relie de façon homotopique et hétérotopique un certain nombre de régions corticales impliquées dans la vision. Les régions concernent la bordure des aires corticales 17/18, les aires 18, 19 et toutes les subdivisions du gyrus suprasylvien latéral (Heath et Jones, 1971, Seagraves et Rosenfust, 1982).

Les projections interhémisphériques cheminent dans la partie du corps calleux au splénium principalement dans sa partie postérieure. Cette structure permet un échange constante de l'information analysée par chacun des hémisphères. Des études physiologiques ont démontré que les cellules corticales responsables de la perception

de la profondeur reçoivent leur input à la fois du chiasma optique et du corps calleux. Les études de Berlucchi et Rizollati(1968) démontrent que la section du chiasma optique réduit considérablement le nombre des cellules binoculaires au niveau des aires 17 et 18 et que les cellules binoculaires résiduelles reçoivent leur information via le corps calleux(Berlucchi et al., 1967; Hubel et Weisel, 1967; Berlucchi et Rizollati, 1968; Innocenti, 1980; Lepore et Guillemot, 1982; Minciocchi et Antonini, 1984).

La contribution relative du corps calleux dans la binocularité est encore aujourd'hui très discutée. Certains auteurs rapportent une diminution marquée du nombre des cellules binoculaires suite à la section du corps calleux(Payne et al., 1980), tandis que d'autres ne trouvent que très peu ou pas de changements dans la binocularité(Lepore et al., 1983; Minchiachi et Antonini, 1984). Indépendamment des considérations divergentes, il apparaît que si des lésions séparées du corps calleux et du chiasma optique n'abolissent pas la binocularité corticale, des lésions combinées de ces deux structures l'abolissent totalement(Berlucchi et al., 1983; Ptito et al., 1986).

D'un autre côté, considérant que l'absence de binocularité corticale produit une stéréocécité(Packwood et Gordon, 1975; Blake

Hirsh, 1975; Mitchell et Timney, 1982) il est raisonnable de croire que l'interruption de l'une ou l'autre des voies ou des deux simultanément produise de l'interférence à la stéréopsie. Les résultats dans ce domaine proviennent en grande partie d'expérimentations humaines et sont peu clairs. Etlinger et al(1972) ne rapportent aucun déficit aux stéréogrammes de Julesz chez des patients commisurotomisés, et quelques cas d'agénésie du corps calleux. Toutefois, les récentes études de Lassonde(1986) démontrent un déficit dans la stéréopsie chez le même type de patients. Les études de Mitchell et Blakemore(1970) et Jeeves(1979) sont contradictoires aux résultats de Lassonde pour les sujets agénésiques mais non pour les sujets chiasmatomisés.

Etudes comportementales animales et méthodes expérimentales pour l'étude de la stéréopsie

Outre les nombreuses études anatomiques et physiologiques, quelques recherches ont porté sur l'effet de certaines lésions sur le comportement des animaux à des tâches visuelles. Ces études, dites comportementales, ont principalement utilisé des primates et des chats, compte tenu de leur facilité d'apprentissage et de la similitude existant entre leur organisation visuelle et celle de l'humain. Tout d'abord, il apparaît important de décrire, la technique mise au point par Julesz(1959) étant celle autour de laquelle s'articulera la présente recherche.

C'est donc Julesz qui le premier, en 1959, introduisit les stéréogrammes de points au hasard(random dots stereograms). Ceux-ci possèdent deux avantages marqués: premièrement la production de stimuli exempts d'indices monoculaires et deuxièmement la création de stimuli où il y a absence de pattern bidimensionnel. En effet, lorsque utilisé sur diapositives, les stéréogrammes permettent au sujet de percevoir la partie centrale du stimulus en relief. Pour obtenir cet effet de relief, il est toutefois important que les diapositives soient en parfaite correspondance. Les stéréogrammes qui sont des assemblages de points au hasard générés par ordinateur, sont montés sur deux projecteurs superposés projetant dans la même direction. Les deux composantes d'un stéréogramme sont identiques sauf pour la partie centrale(barre verticale ou horizontale) de l'une de celles-ci qui est décalée horizontalement par rapport à l'autre, produisant la disparité. Lorsque ces stéréogrammes sont vus monoculairement, le sujet ne perçoit qu'une texture uniforme. Cependant, lorsque vues binoculairement, avec un système de filtres et lentilles jouant le rôle d'un stéréoscope, la partie centrale est perçue se détachant vers l'avant ou l'arrière, dépendamment de la direction du décalage (Julesz, 1971).

Par cette technique, l'auteur a démontré la possibilité de

percevoir la profondeur sans utiliser d'indices monoculaires ou familiers. C'est donc la disparité rétinienne qui est responsable de ce mode perception puisqu'il est impossible, en vision libre ou en vision monoculaire, de reconnaître une forme ou un objet.

Etudes chez le singe

Les premières études comportementales utilisant les stéréogrammes de Julesz furent celles de Bough(1970). Il fût d'ailleurs le premier à démontrer la perception de la profondeur chez le singe macaque. En utilisant certains tests contrôles monoculaires, il a pu vérifier l'apprentissage réel de la tâche stéréoscopique. Un des singes ayant réussi l'entraînement au stéréogramme de Julesz en vision binoculaire fût incapable de percevoir ces mêmes stéréogrammes en vision monoculaire. Un autre, chez qui on a produit un strabisme convergent, en sectionnant le muscle rectus lateralis droit, fût également inapte à la perception tridimensionnelle.

L'expérience de Bough fût reprise par Cowey et al en 1975. Les stéréogrammes sont projetés et vus à travers des filtres polarisés. Les animaux apprennent la discrimination et les tests contrôle démontrent qu'ils ne perçoivent aucun indice. Ces résultats abondent dans le même sens que ceux de Bough. Dans une autre expérience, les auteurs utilisent la forme anaglyphique,

c'est-à-dire des filtres chromatiques vert et rouge donnant l'effet d'un stéréoscope en fusionnant les deux parties du stéréogramme en une image produisant ainsi la stéréopsie. En concordance à leurs premiers résultats, ils démontrent la stéréopsie chez le singe rhésus.

Hawertz et Boltz(1979a) ont démontré les différents seuils stéréoscopiques de singe rhésus. Pour développer l'apprentissage de discrimination de formes, ils utilisent des figures appelées pseudo-stéréoscopiques dans les quelles sont présent des indices monoculaires. Les formes apparentes en vision binoculaire et monoculaire sont graduellement camouflées jusqu'à ce que les indices monoculaires disparaissent complètement, de façon à ce que la forme ne soit perçue que stéréoscopiquement. Les différents tests contrôle effectués en monoculaire et à la disparité zéro montrent des résultats au niveau du hasard. Il est démontré que la plupart des singes ont plus de facilité à discriminer les disparités croisées(forme apparaissant en avant du fond). Les auteurs(1979b) expliquent cette différence en faveur d'une vision stéréoscopique optimale en disparité croisée, par une augmentation plus rapide dans le seuil stéréoscopique pour les disparités convergentes que pour les disparités divergentes. Des différences similaires ont été observées chez l'humain.

Egalement en 1979, Cowey et Porter ont montré que la stéréopsie résiste à l'ablation de toute aires visuelles à l'exception de l'ablation du cortex inféro-temporal qui altère la stéréopsie globale.

Etudes chez le chat

Les études comportementales chez le chat précédant celles de Ptito et al(1981) sont peu nombreuses et n'utilisent pas les stéréogrammes de Julesz. C'est la technique de projection d'ombres (Shadow-caster), telle que décrite précédemment, qui est employée par Fox et Blake(1970) pour démontrer la présence de la stéréopsie chez le chat. Trois barres verticales sont présentées à l'animal et c'est celle du centre qui varie en profondeur. L'animal doit apprendre à supprimer une réponse lorsque la barre centrale apparaît devant l'écran. Des résultats similaires à ceux de Fox et Blake ont été obtenus par Packwood et Gordon(1975) en utilisant une autre méthode. Ceci a permis aux auteurs de suggérer la présence chez le chat d'une capacité stéréoscopique.

Par la technique du Jumping Stand, Kaye et al(1981) ont démontré l'effet de certaines lésions corticales sur la vision de la profondeur. Dans la partie A du test, les animaux sont entraînés à bondir sur une plaque de verre recouvrant deux surfaces de

hauteur inégale. La plaque ainsi que les deux surfaces sont transparentes mais ces dernières sont recouvertes de points de grosseurs variables (0,9 à 1,9 cm) couvrant 18% de chacune des surfaces. Les principaux indices monoculaires sont la différence entre le format et la densité des points. Dans la partie B du test, la plaque de verre est absente et les animaux doivent bondir directement sur l'une des deux surfaces. Dans les deux cas, l'animal doit discriminer la hauteur apparente de chacune des surfaces et bondir sur la plus haute soit la plus rapprochée de lui. Le point de départ se situe dans une boîte ouverte, placée au dessus des surfaces. Les résultats démontrent que l'ablation des aires corticales 17 et 18 produit un déficit marqué dans la perception binoculaire de la profondeur coïncidant avec une perte de stéréopsie.

C'est avec les études de Ptito et al (1981) que les stéréogrammes de Julesz ont été utilisés pour la première fois chez le chat. Cette technique nécessite l'utilisation de filtres chromatique vert et rouge et de lentilles cornéennes placées directement sur les yeux de l'animal. L'expérience utilise une boîte de Thompson pour l'entraînement. Cette boîte est munie de panneaux transparents sur lesquels sont projetés les stéréogrammes de Julesz. L'animal apprend à discriminer entre une barre verticale et horizontale, apparaissant toute deux en relief. Après avoir

démontré la capacité pour le chat de percevoir la stéréopsie selon cette méthode, des lésions au niveau du chiasma optique et du corps calleux ont été effectuées. Les résultats démontrent que les chats ayant subi l'ablation du corps calleux sont encore capables d'une perception stéréoscopique adéquate, tandis que les chats chiasmatisés subissent une diminution marquée de leur performance. De plus, l'ablation combinée du chiasma optique et du corps calleux abolit la stéréopsie, de sorte que les résultats demeurent au niveau du hasard. Ces études démontrent donc l'importance relative des structures neuronales impliquées dans la stéréopsie. L'avantage de la technique utilisée est de pouvoir contrôler et éliminer les indices monoculaires par des tests contrôle en monoculaire et en disparité zéro. Bien qu'il existe beaucoup d'études anatomiques et physiologiques portant sur les structures corticales, les voies d'acheminement de l'information, les structures commissurales et les mécanismes impliqués dans la stéréopsie, (Pearson et al., 1981; Spear, 1984; Kalil, 1984; Hubel, 1955-78; Bishop, 1971, Lepore et al., 1985; Ptito et al., 1981-85, Berlucchi et Rizzolatti, 1968) il en existe bien peu au niveau comportemental. De plus, parmi ces quelques études, dont certaines sont décrites précédemment, aucune ne propose d'étudier l'implication des aires visuelles corticales dans la stéréopsie selon la technique des stéréogrammes de Julesz. Suite à cet état de fait, il apparaît pertinent d'évaluer le rôle des aires 17 et 18 dans la perception de la profondeur chez

le chat avec la technique de Julesz.

Hypothèse

Considérant que les aires 17 et 18 représentent la zone principale d'aboutissement des inputs binoculaires sensibles à la disparité spatiale, l'ablation bilatérale de ces aires devrait produire un déficit important dans la perception de la stéréopsie chez le chat.

Les récentes études de Lepore et al(1985), démontrant la présence de ces récepteurs sensibles à la disparité principalement au niveau de l'aire 17 chez le chat confirment l'intérêt de cette recherche d'effectuer les lésions au niveau des aires 17 et 18.

Chapitre II

Description de l'expérience

Sujets

L'expérience utilise quatre chats adultes pesant entre trois et cinq kilogrammes. Ces animaux sont naïfs et n'ont subi aucune lésion préalable. Ils sont installés dans des cages individuelles, disposées dans une salle aménagée à cet effet, où ils reçoivent eau, nourriture et soins(ad libidum). Seul l'expérimentateur et la personne préposée à l'entretien animalier sont en contact avec les sujets, ceci dans le but d'éviter les réactions de peur et de les garder dans une atmosphère de calme, propice au travail.

Appareil et procédure

L'appareil utilisé est une version modifiée de la boîte de Thompson(1969). C'est une boîte faite de plexiglas opaque(longueur: 120 cm, largeur: 46 cm, hauteur: 41 cm). Elle est composée de trois compartiments de hauteur et largeur constantes. Il y a la chambre de départ(longueur: 40 cm), l'allée de décision(longueur: 22 cm) séparée en deux par une planche(longueur: 16 cm). Le schéma de cette boîte est présenté à la figure 1.

L'animal est placé dans la chambre de départ obscure et n'a accès à l'allée de décision que lorsque l'expérimentateur soulève

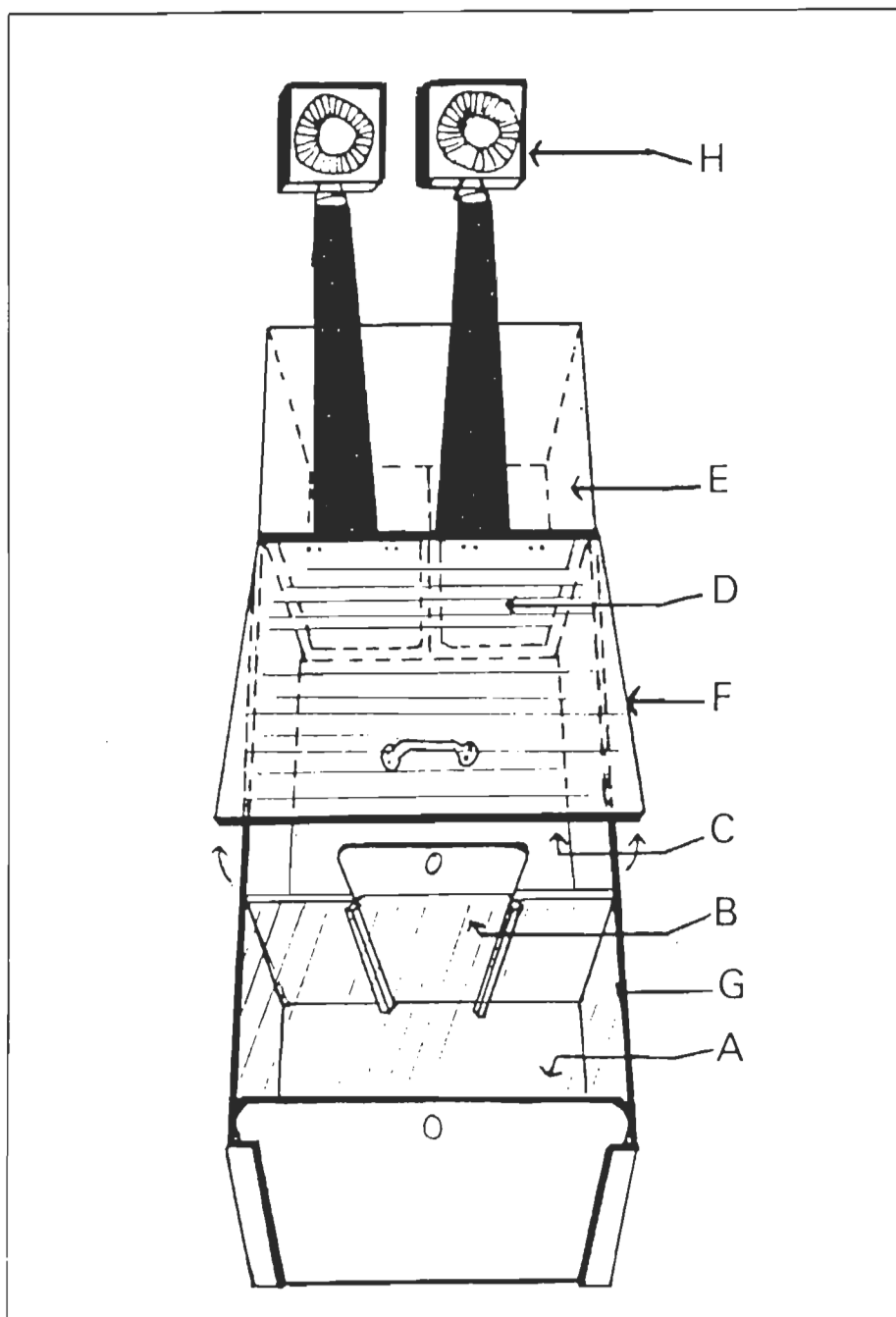


Fig. 1- Schéma de l'appareil d'expérimentation.
 A - chambre de départ. B - porte guillotine.
 C - allée de décision. D - portes de sortie.
 E - chambre d'arrivée. F - panneau supérieur
 translucide. G - panneau supérieur opaque.
 H - projecteurs.

la cloison. Par cette allée de décision, l'expérimentateur peut observer les réactions de l'animal grâce à un panneau translucide recouvrant la boîte. A l'extrémité de la boîte, sont placées deux portes pivotantes(hauteur: 24 cm, largeur: 20 cm). Lorsque l'animal fait son choix, il pousse sur l'une de ces deux portes sur lesquelles sont projetés les stimuli.

A-Stimuli

Les quatres paires de stimuli présentées à l'animal sont illustrées à la figure 2. L'expérience se divise en quatre étapes réparties en ordre de difficulté croissante. La première étape (Noir vs Lumière) en est une de familiarisation avec le système. La seconde étape(Vertical vs Horizontal) introduit le stimulus de forme en projetant une barre verticale et une barre horizontale sur un fond blanc. La troisième étape en est une de pseudo-stéréopsie(Pseudo-stéréo). Les barres introduites à l'étape précédente sont maintenant présentées sous forme d'agrégats de points où des gradients de texture ont été ajoutés pour faire apparaître les barres au centre des diapositives. Lors de ces trois premières étapes, deux projecteurs Kodak de type "carroussel 650H" sont utilisés. Ils sont montés sur des trépieds pivotants et projettent les paires de stimuli sur les panneaux translucides. La quatrième étape est celle de la stéréopsie(Stéréo). Les diapositives sont construites à partir des stéréogrammes(random dots

stereograms) tirés du livre de Julesz(1971). Ces stimuli sont de type classique, c'est-à-dire qu'ils sont composés de 100X100 points. Ce sont des assemblages de points au hasard générés par ordinateur. Lorsque projetés tous deux sur l'un des panneaux réponse, les deux parties des stéréogrammes apparaissent identiques sauf pour la portion centrale qui est décalée par rapport à l'autre. Ce décalage produit une disparité de 20° d'angle. Les barres centrales se détachant du fond apparaissent donc en avant de celui-ci. Un des avantages de ce système est l'absence d'indices monoculaires. En effet, lorsque vu monoculairement le stéréogramme apparaît uniforme. La binocularité est donc nécessaire à l'animal et, de plus, la perception du relief dépend uniquement de l'analyse et de l'intégration de la disparité des deux images rétiniennes.

B-Système de projection et lentilles

Lors de cette étape, quatre projecteurs Kodak "650H" sont nécessaires. Ils sont pairés en superposition et projettent les stéréogrammes de Julesz en convergence sur les panneaux de sortie. Les deux projecteurs du bas sont munis de filtres verts(Wratten no 58) et les deux projecteurs du haut possèdent des filtres rouges (Wratten no 25). Les mêmes filtres sont placés également dans des lentilles cornéennes adaptées pour les yeux des chats. Le filtre vert est placé sur l'oeil gauche et le rouge sur l'oeil droit.

L'effet produit par ces filtres est celui d'un stéréoscope et la figure n'apparaît en profondeur que grâce à cet effet chromatique. Dans l'étape 1, les deux stimuli (Noir vs Lumière) couvrent entièrement les panneaux de sortie. Dans les étapes 2, 3 et 4 les barres centrales (horizontales et verticales) couvrent 40% de l'espace total du panneau soit 6 cm sur 15 cm.

Description de la procédure

Les séances d'apprentissage sont quotidiennes et leur durée varie entre 20 et 30 minutes. Ces séances de 40 essais ont une distribution au hasard suivant les chartes de Gellerman qui se répartissent comme suit: 20 essais où le stimulus positif est projeté sur le panneau de droite et 20 sur le panneau de gauche. Les stimuli sont situés alternativement à gauche et à droite et la même position n'est jamais présentée plus de trois fois consécutives. Le stimulus positif débute chaque session de 40 essais dans une position donnée et la termine dans la position contraire. De plus, il y a un nombre égal de présentations à gauche et à droite pour chaque blocs de 10 essais.

Lors de chacun des essais, les stimuli sont déplacés selon les positions déterminées par les chartes de Gellerman. La porte

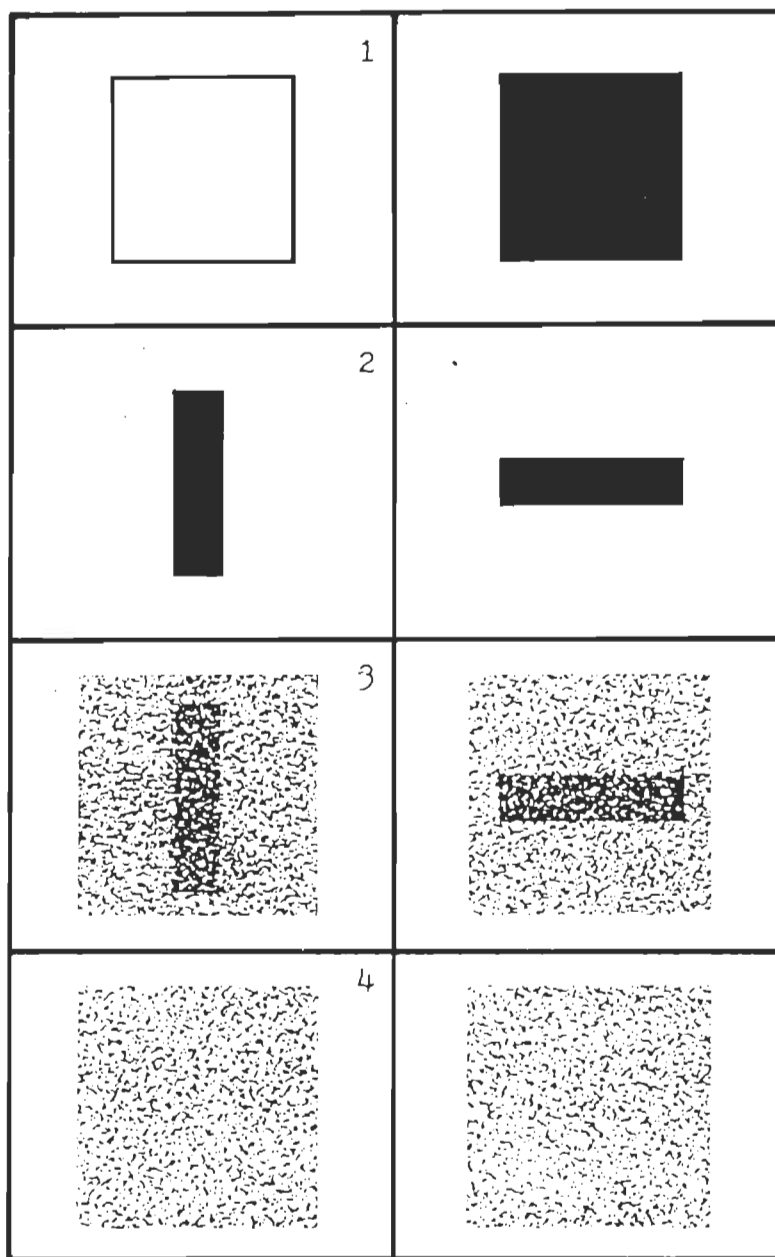


Fig. 2 - Paires de stimuli visuels utilisées au cours de l'expérimentation. 1 - lumière et noir. 2 - barre verticale et barre horizontale. 3 - barre verticale pseudo-stéréopsie et barre horizontale pseudo-stéréopsie. 4 - barre verticale stéréopsie et barre horizontale stéréopsie.

représentant le stimulus positif est laissée libre d'accès tandis que la porte représentant le stimulus négatif est verrouillée. Le sujet, introduit dans l'allée de départ, accède à l'allée de décision où il est confronté aux deux stimuli à discriminer. S'il effectue correctement la discrimination, en poussant la porte représentant le stimulus positif, il reçoit une portion de nourriture (Tender Vittles). S'il échoue, en poussant la porte verrouillée, il peut corriger son action et sortir par l'autre porte mais il n'obtient pas la récompense en nourriture et un échec est enregistré.

Pour chacune des quatre étapes d'entraînement, le critère de réussite est fixé à 36 bonnes réponses dans une session de 40 essais, soit 90% de succès, et ce pendant deux sessions consécutives. C'est d'ailleurs ce critère minimal qui permet de passer d'une étape à une autre.

Déroulement de l'expérience

Avant d'effectuer les tâches de discrimination prévues dans les quatre étapes du protocole expérimental, les sujets doivent se familiariser avec le local et l'appareil d'expérimentation. Ils sont alors amenés dans la salle et y sont laissés libre pendant 20 minutes, durant deux jours consécutifs. Au cours de ces

sessions, toutes les portes de l'appareil sont ouvertes et aucun stimulus n'est présenté à l'animal. Ce dernier peut explorer la boîte d'expérimentation sans contraintes expérimentales.

Phase I

Cette phase comprend l'étape Noir vs Lumière. Elle vise deux objectifs. Premièrement l'animal se familiarise à un processus de discrimination et deuxièmement elle permet à l'expérimentateur de vérifier si l'animal est en mesure d'apprendre une tâche de discrimination simple. La porte noir représente le stimulus positif tandis que la porte éclairée représente le stimulus négatif. L'apprentissage se poursuit tant que le critère de réussite(90%) n'est pas atteint.

Phase II

Cette phase comprend les étapes 2, 3 et 4 décrites précédemment. Ces étapes sont présentées dans leur ordre d'apparition à la figure 2. De plus, après l'atteinte du critère de réussite en pseudo-stéréo, un entraînement en sur-apprentissage est effectué afin de consolider le processus de discrimination et de préparer l'animal à une tâche plus complexe(Stéréo). Le critère de non-apprentissage pour cette dernière tâche est fixé à 2000 essais, étant donné sa complexité.

Phase III

Cette phase en est une de contrôle. Le test est semblable à celui de Bough(1970) et de Hawerth et Boltz(1979a), c'est-à-dire que l'animal perçoit les stimuli en vision monoculaire. Les stéréogrammes utilisés à l'étape Stéréo sont repris. Un filtre opaque est placé dans une des lentilles cornéennes tandis que l'autre lentille conserve son filtre chromatique, qui est tantôt rouge et tantôt vert. Cent essais sont faits avec chacun des deux yeux et ils sont distribués de la façon suivante: Pour chaque session de 40 essais, les dix premiers sont présentés stéréoscopiquement de façon régulière(binoculaire), les dix suivants sont effectués en contrôle(monoculaire), les dix autres en binoculaire et les dix derniers en monoculaire. Ce contrôle permet d'éliminer les indices possibles de formes et de vérifier si l'effet stéréoscopique présenté à l'animal est bien perçu, sachant que l'usage des deux yeux est nécessaire pour permettre cette vision du relief.

Phase IV

Suite aux trois phases précédemment mentionnées, les quatre chats subissent l'ablation bilatérale des aires corticales 17 et 18. Il s'en suit une période de récupération d'environ trois semaines, durant laquelle les animaux bénéficient de soins particuliers (tranquillité, vitamines...). Le schéma théorique des lésions

projetées est présenté à la figure 3.

Méthode chirurgicale

L'animal subit d'abord une privation de nourriture le jour précédant la chirurgie. Cette précaution permet d'éviter l'apparition de vomissements qui pourraient obstruer les voies respiratoires. La chirurgie s'effectue dans des conditions d'asepsie partielle. L'animal est d'abord pesé et reçoit ensuite les injections intra-musculaires de trois produits dosés selon leur concentration et le poids de l'animal. L'atropine(1,1 à 2 cc) permet d'éviter les sécrétions salivaires, tandis que le chlorhydrate de Kétamine(Kétaset, 10 mg/kg) et xylazine(Rompun, 1 mg/lb) servent d'anesthésiant. La tête de l'animal est ensuite rasée et lavée avec une solution stéréotaxique David Kopf(modèle 1404) et sa tête est fixée à l'aide des barres d'oreilles et des barres d'yeux. Finalement, un moniteur cardiaque est branché sur l'animal permettant ainsi de surveiller constamment son état physiologique.

Une incision médiane de la peau est faite et une ouverture est pratiquée dans la structure osseuse au niveau pariéto-occipital. L'ablation bilatérale des aires corticales 17 et 18 est exécutée à l'aide d'un microscope à dissection et d'une pompe à suction. L'animal reçoit ensuite un traitement post-opératoire d'anti-

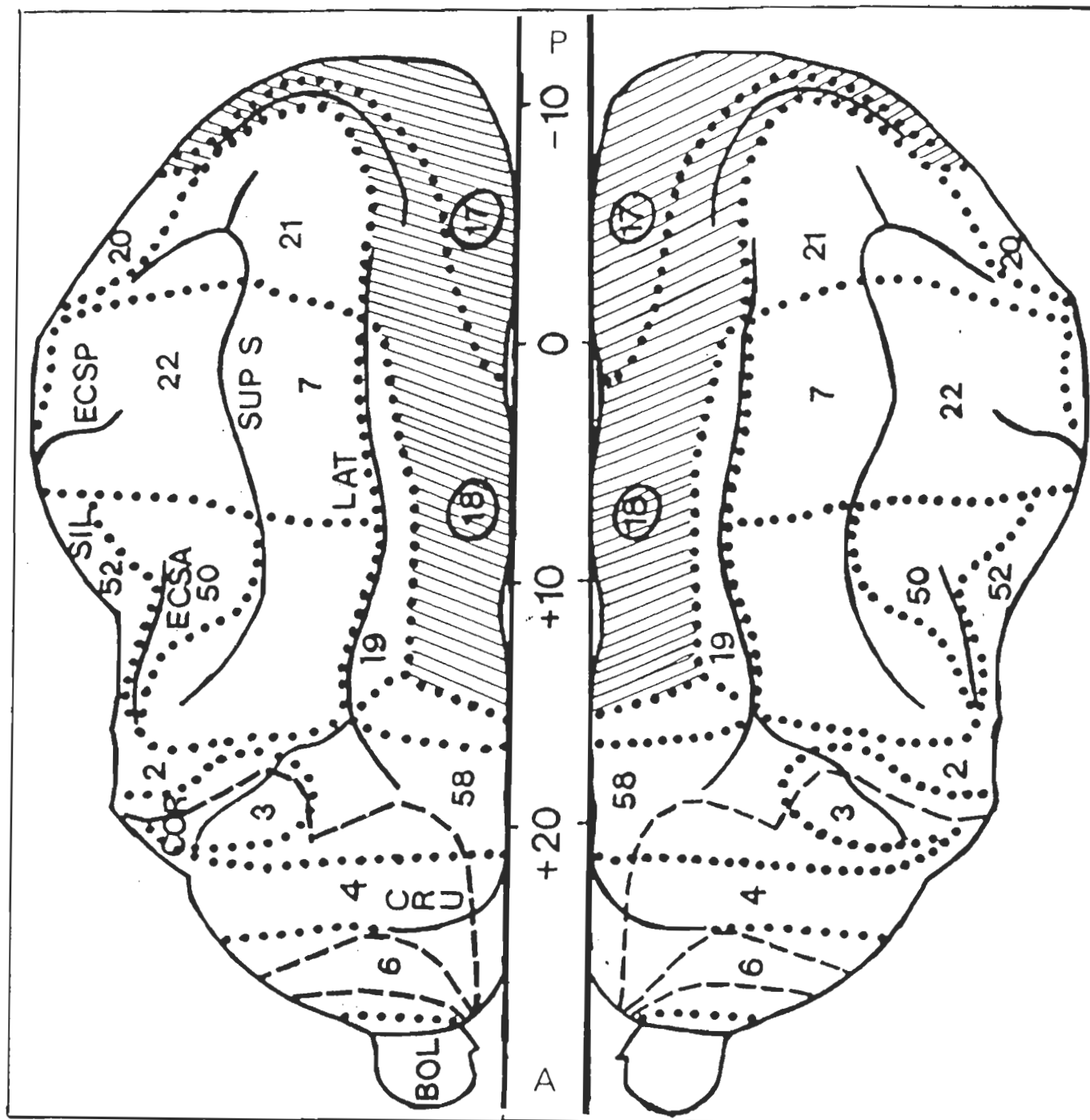


Fig. 3 - Schéma théorique des régions corticales où les lésions sont prévues (aires visuelles 17 et 18).

biotiques(0,5 cc Pêndistrep) et est placé en incubateur pour une période variant entre une et deux heures.

Phase V

Les sujets sont retestés dans les mêmes tâches de discrimination visuelle(Noir vs Lumière, Vertical vs Horizontal, Pseudo-Stéréo et Stéréo)selon les mêmes conditions mentionnées précédemment.

Tests complémentaires

Deux tests complémentaires sont fait dans le but d'éliminer des facteurs physiologiques pouvant influencer la performance à une tâche de stéréopsie. Ces tests sont effectués en pré et post-opératoire, permettant ainsi de vérifier les effets possibles des lésions.

A-Périmétrie

Considérant que la perception stéréoscopique des stéréogrammes de Julesz s'effectue principalement grâce à la vision centrale, il apparaît important de vérifier l'intégrité de cette zone du champs visuel. La technique de périmétrie permet de mesurer l'étendue de ce champ visuel et d'observer d'éventuelles pertes partielles ou étendues(scotome, hémianopsie...). L'appareil utilisé est une table de bois de forme semi-circulaire(hauteur:

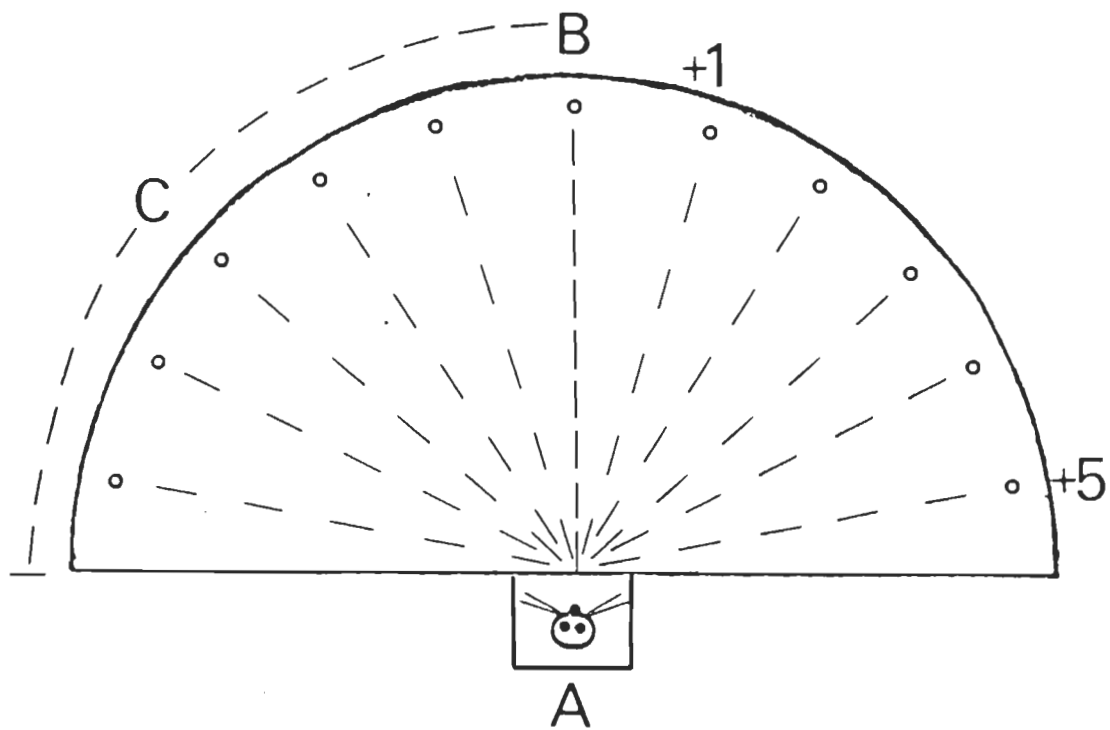


Fig. 4 - Schéma de la table de périmétrie. A - position du chat. B - point milieu. C - positions de -5 à -1 et de +1 à +5.

76.2 cm, largeur: 243.8 cm, profondeur: 121.9 cm) munie de 11 trous (diamètre: 5 cm). La distance séparant les yeux du chat et chacun des trous est constante (121.9 cm). L'écart entre chaque trou est de 29.5 cm et ils s'étalent de -5 à +5, ce qui correspond à 90° d'arc des deux côtés. L'animal est placé à la position décrite dans la figure 4 et son regard est stimulé par un objet (crayon) sortant d'un des 10 trous. Un succès est enregistré lorsque celui-ci déplace correctement son regard dans la direction du stimulus et l'omission d'une présentation ou un déplacement dans une mauvaise direction correspondent à un échec. La présence de trois expérimentateurs est requise lors de ce test. Un premier maintient l'animal dans une position stable, un second, situé sous la table, déplace silencieusement le stimulus tandis qu'un troisième note les réponses de déplacement. Les essais sont répartis au hasard et après chaque présentation le point zéro (point repère) est présenté pour replacer le regard du chat dans la position centrale du champ. Ceci est effectué en vision binoculaire et en vision monoculaire. En vision monoculaire, une lentille opaque est placée sur un oeil et en vision binoculaire les deux yeux de chat sont laissés libres.

B-L'alignement oculaire

L'alignement oculaire est un facteur crucial pour la fusion binoculaire et de ce fait pour la perception stéréoscopique. En effet certains auteurs ont pu démontrer que le strabisme induit

expérimentalement chez des chats perturbait la perception tridimensionnelle(Packwood et Gordon) et Elberger (1979).

La technique de l'alignement oculaire employée s'inspire de la méthode de S. Murray Sherman(1971). Elle permet de mesurer le degré de déviation(strabisme) d'un oeil par rapport à l'autre. Selon Sherman, les chats normaux présentent tous une déviation de 1 à 2 mm. Cette déviation est considérée comme normale et permet une bonne vision stéréoscopique. Dans la présente expérience, il importe de mesurer le degré de strabisme des chats utilisés, afin de vérifier si ceux-ci sont en mesure de bien percevoir les stimuli(stéréogrammes de Julesz). Ces mesures permettent également d'observer l'effet possible d'une lésion corticale sur l'alignement oculaire. Elles sont donc prises avant et après la chirurgie.

Matériel utilisé

L'animal est placé et maintenu sur une table par un des expérimentateurs. La distance entre le centre de l'appareil photographique et la pupille de l'animal est de 635 mm. Une source lumineuse(fibre optique) est projetée dans les yeux de l'animal, et lorsqu'il regarde fixement l'appareil photographique, plusieurs clichés sont pris. L'éclairage de la pièce est assuré par deux réflecteurs de 1000 watts disposés à 45 degrés de chaque

côté de l'animal. L'appareil utilisé est un 35 mm de marque Olympus OM-2, monté sur trépied et muni d'un objectif Auto-Macro F50 mm et d'un moteur permettant 5 prises/seconde. Le film est de type TRI-X 400 ASA noir et blanc et le papier photographique est de marque Ilford Multigrade II 20,3 X 25,4 cm. Quinze à 20 photographies par chat sont prises et développées avec un révélateur D76 concentré. Les trois meilleures sont retenues et agrandies (rapport d'agrandissement=0.12) et sont utilisées pour le calcul de l'alignement oculaire. Les mesures sont prises avec une règle millimétrique Hélios Fowler.

Procédure

Afin de minimiser les risques d'erreurs, trois expérimentateurs doivent tour à tour prendre trois mesures sur les trois photos choisies. Les données sont ensuite moyennées et elles sont inscrites dans un tableau(voir appendice A). La méthode de calcul est la suivante: Premièrement il faut choisir l'oeil(gauche et droit) sur lequel le point lumineux nous apparaît être le plus au centre de la pupille. Cet oeil sera appelé "l'oeil central". Il s'agit ensuite de trouver le centre de la pupille. Ce centre est obtenu en divisant la largeur de pupille par deux. Il faut ensuite mesurer la distance entre ce point milieu(centre) et le point milieu(correction). Les mêmes mesures sont prises sur

l'autre oeil(dévié). Les deux valeurs de correction trouvées pour chaque oeil, sont additionnées, donnant ainsi une valeur de correction totale de la déviation.

Ces résultats sont obtenus à partir d'agrandissements photographiques. Il est donc essentiel d'effectuer une transformation mathématique qui permettra d'obtenir la déviation oculaire réelle. Cinq mesures des ailes du nez ont été prises et moyennées par deux expérimentateurs différents avec la règle Hélios Fowler, à la fois sur les photos et sur l'animal réel. Ensuite une simple règle de trois entre la correction de la déviation sur les photos, l'agrandissement de la photo et la grandeur réelle de l'animal nous donne la déviation moyenne réelle.

Chapitre III

Analyse des résultats

Méthode d'analyse

L'analyse des résultats porte sur la capacité d'apprentissage de différentes tâches de discrimination visuelle chez quatre chats adultes, M1, M2, M3 et M4. L'analyse graphique des courbes d'apprentissage pré et post-opératoires permet d'observer l'effet produit par la lésion des aires corticales 17 et 18.

Les résultats bruts sont compilés quotidiennement lors des séances d'entraînement de 40 essais. L'apprentissage se termine lorsque le critère de 36 bonnes réponses sur 40 possibles (90% des réponses correctes) est atteint et ce durant deux séances d'apprentissage consécutives.

La méthode d'analyse comprend d'abord des courbes d'apprentissage individuelles permettant de comparer les performances pré et post-opératoires lors de chacune des quatre étapes d'entraînement (N vs L, V vs H P-S, S). Ces courbes d'apprentissage sont obtenues en traçant le graphique des bonnes réponses (abscisse) en fonction du nombre d'essais (ordonnée). Le pourcentage des bonnes réponses est calculé pour chaque bloc de 40 essais. A l'intérieur des graphiques Stéréo(D) individuels se trouvent les courbes de performances aux tests contrôle en pré-opératoire pour les quatre

sujets. Toutefois seuls les chats M2 et M4 ayant obtenu des résultats légèrement supérieurs au hasard en post-opératoire ont été retestés en vision monoculaire. On retrouve également deux graphiques de résultats groupés pour l'étape Stéréo. Le premier, le graphique des critères successifs, nous indique le nombre moyen d'essais requis pour l'atteinte du critère de réussite en pré-opératoire. Le second démontre le pourcentage moyen des bonnes réponses obtenu en post-opératoire. Cette analyse groupée est présentée sous deux formes différentes compte tenu que le critère de réussite n'est atteint par tous les sujets qu'en pré-opératoire.

Résultats individuels

1-Chat M1

La figure 5 présente les résultats du sujet M1 au cours des quatre étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle Noir vs Lumière pour le sujet M1 normal, le critère final est atteint en 280 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche illustre l'atteinte du critère en 160 essais (fig. 5A).

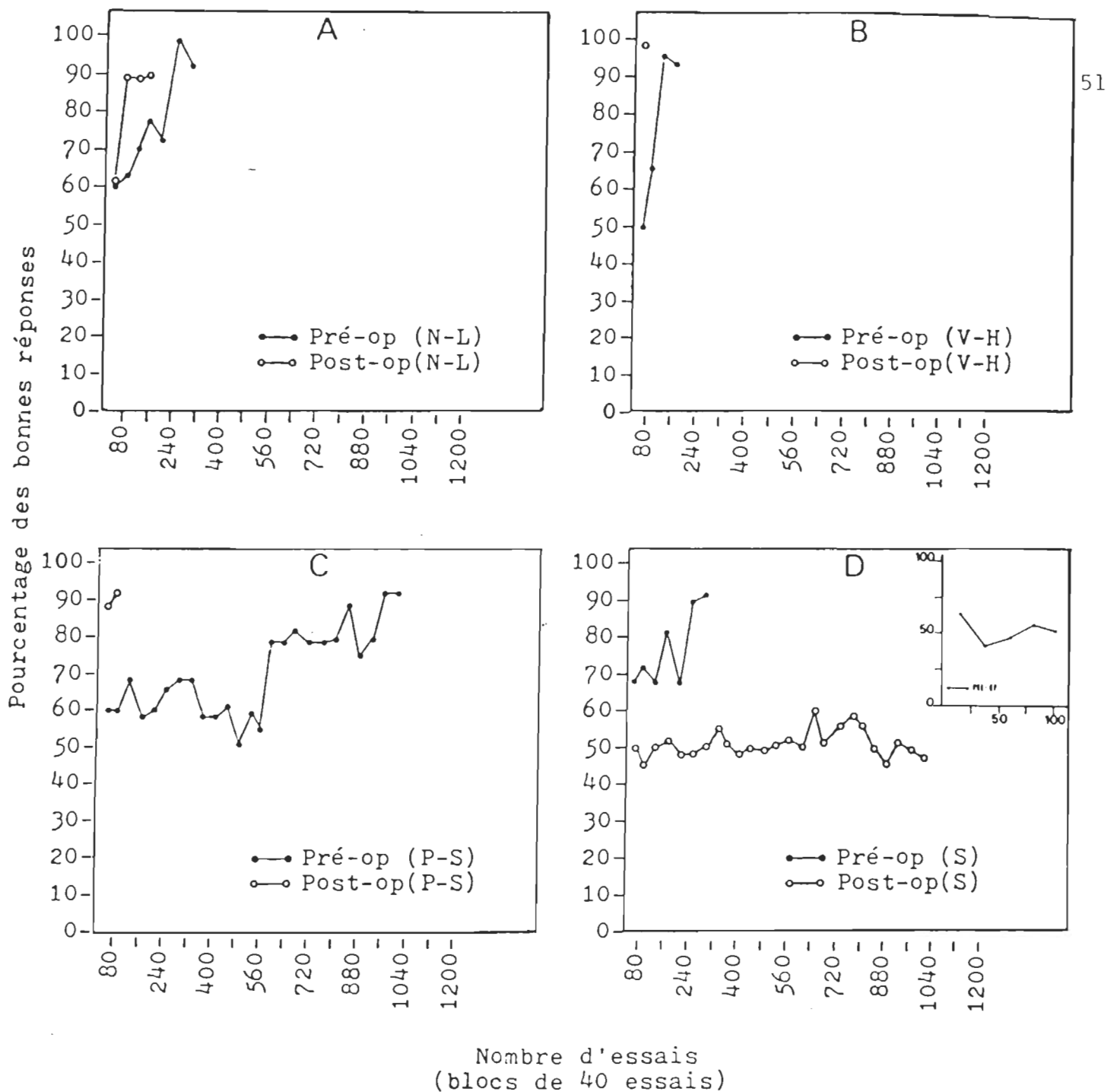


Fig. 5 - Courbes de performances du sujet M 1 pour les différentes tâches discriminatives en pré et en post-opératoire et les contrôles. A) Le noir vs la Lumière (N-L). B) Barre verticale vs barre horizontale sur fond blanc (V-H). C) Barre verticale vs barre horizontale en pseudo-stéréopsie (P-S). D) Barre verticale vs barre horizontale en stéréopsie (S) avec les tests contrôle moyens.

De même, les performances du sujet M1 aux tâches Vertical vs Horizontal et Pseudo-stéréo sont présentées à la figure 5B et 5C. L'animal normal réussit l'apprentissage de la tâche Vertical vs Horizontal en 160 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche démontre l'atteinte du critère en 40 essais (fig. 5B). L'apprentissage de la tâche Pseudo-Stéréo s'effectue en 1000 essais pour le sujets M1 normal. Le retest s'effectue en 80 essais seulement(fig. 5C).

Finalement, les performances du sujet M1 normal lors de l'apprentissage de la discrimination Stéréo sont illustrées à la figure 5D. L'animal atteint le critère de réussite en 280 essais. Toutefois, le retest démontre qu'après l'ablation des aires 17 et 18, l'animal est incapable d'atteindre à nouveau le critère final et ce à l'intérieur des 1000 essais prévus.

En conclusion, les résultats montrent que le sujet M1 peut facilement discriminer le noir de la lumière(N vs L) ainsi que les patterns de forme(V vs H et P-S), suite à l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18. Par contre, cette lésion affecte sa capacité de réapprentissage d'une tâche stéréoscopique(S). Ces résultats confirment l'hypothèse de travail.

2-Chat M2

La figure 6 présente les résultats du sujet M2 dans les quatre étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle Noir vs Lumière, pour le sujet M2 normal, le critère final est atteint en 200 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche illustre l'atteinte du critère en 80 essais (fig. 6A).

De même, les performances du sujet M2 aux tâches Vertical vs Horizontal et Pseudo-Stéréo sont présentées à la figure 6B et 6C. L'animal normal réussit l'apprentissage de la tâche Vertical vs Horizontal en 160 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche démontre l'atteinte du critère en 40 essais (fig. 6B). L'apprentissage de la tâche Pseudo-Stéréo s'effectue en 300 essais pour le sujet M2 normal. Le retest s'effectue en 40 essais seulement (fig. 6C).

Finalement, les performances du sujet M2 normal lors de l'apprentissage de la discrimination (STEREO) sont illustrées à la figure 6D. L'animal atteint le critère de réussite en 600 essais. Toutefois le retest démontre qu'après l'ablation des aires

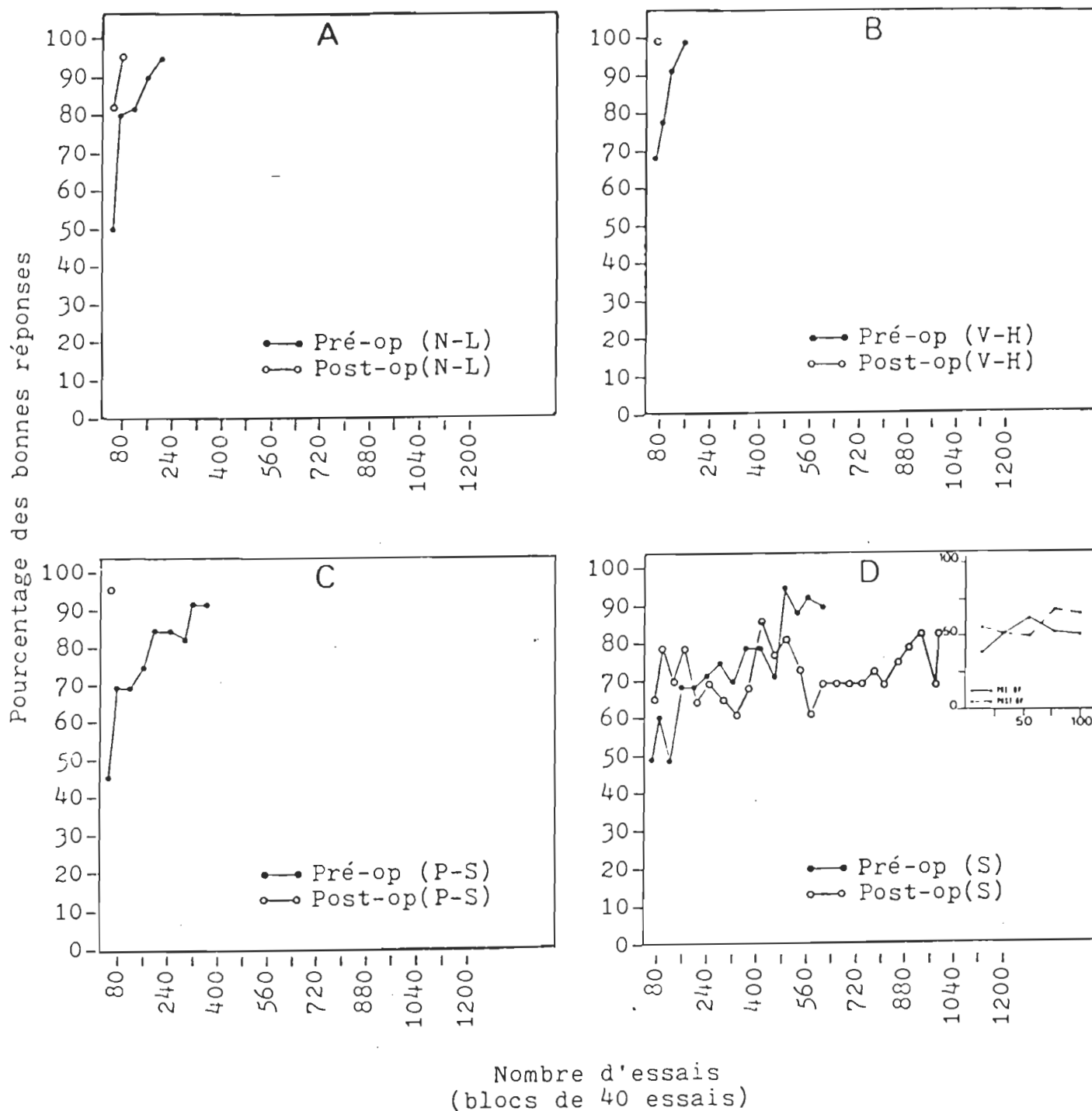


Fig. 6 - Courbes de performances du sujet M 2 pour les différentes tâches discriminatives en pré et en post-opératoire et les contrôles.
 A) Le noir vs la lumière (N-L). B) Barre verticale vs barre horizontale sur fond blanc (V-H). C) Barre verticale vs barre horizontale en pseudo-stéréopsie (P-S). D) Barre verticale vs barre horizontale en stéréopsie (S) avec les tests contrôle moyens.

17 et 18, l'animal est incapable d'atteindre à nouveau le critère final, et ce à l'intérieur des 1000 essais prévus.

En conclusion, les résultats montrent que le sujet M2 peut facilement discriminer le noir de la lumière(N vs L) ainsi que les patterns de forme(V vs H et P-S) suite à l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18. Par contre, cette lésion affecte sa capacité de réapprentissage d'une tâche stéréoscopique(S). Ces résultats confirment l'hypothèse de travail.

3-Chat M3

La figure 7 présente les résultats du sujet M3 dans les quatre étapes expérimentales.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle Noir vs Lumière pour le sujet M3 normal, le critère final est atteint en 240 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche illustre l'atteinte du critère en 80 essais (fig. 7A).

De même, les performances du sujet M3 aux tâches Vertical vs Horizontal et Pseudo-Stéréo sont présentées à la figure 7B et 7C. L'animal normal réussit l'apprentissage de la tâche Vertical vs Horizontal en 160 essais. Le retest en post-opératoire de

cette même tâche démontre l'atteinte du critère en 40 essais (fig. 7B). L'apprentissage de la tâche Pseudo-Stéréo s'effectue en 800 essais pour le sujet M3 normal. Le retest s'effectue en 40 essais seulement (fig. 7C).

Finalement, les performances du sujet M3 normal lors de l'apprentissage de la discrimination(STEREO) sont illustrées à la figure 7D. L'animal atteint le critère de réussite en 1040 essais. Toutefois, le retest démontre qu'après l'ablation des aires 17 et 18, l'animal est incapable d'atteindre à nouveau le critère final, et ce à l'intérieur des 1000 essais prévus.

En conclusion, les résultats montrent que le sujet M3 peut facilement discriminer le noir de la lumière(N vs L) ainsi que les patterns de forme(V vs H et P-S) suite à l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18. Par contre, cette lésion affecte sa capacité de réapprentissage d'une tâche stéréoscopique(S). Ces résultats confirment l'hypothèse de travail.

4-Chat M4

La figure 8 présente les résultats du sujet M4 dans les quatre étapes expérimentales.

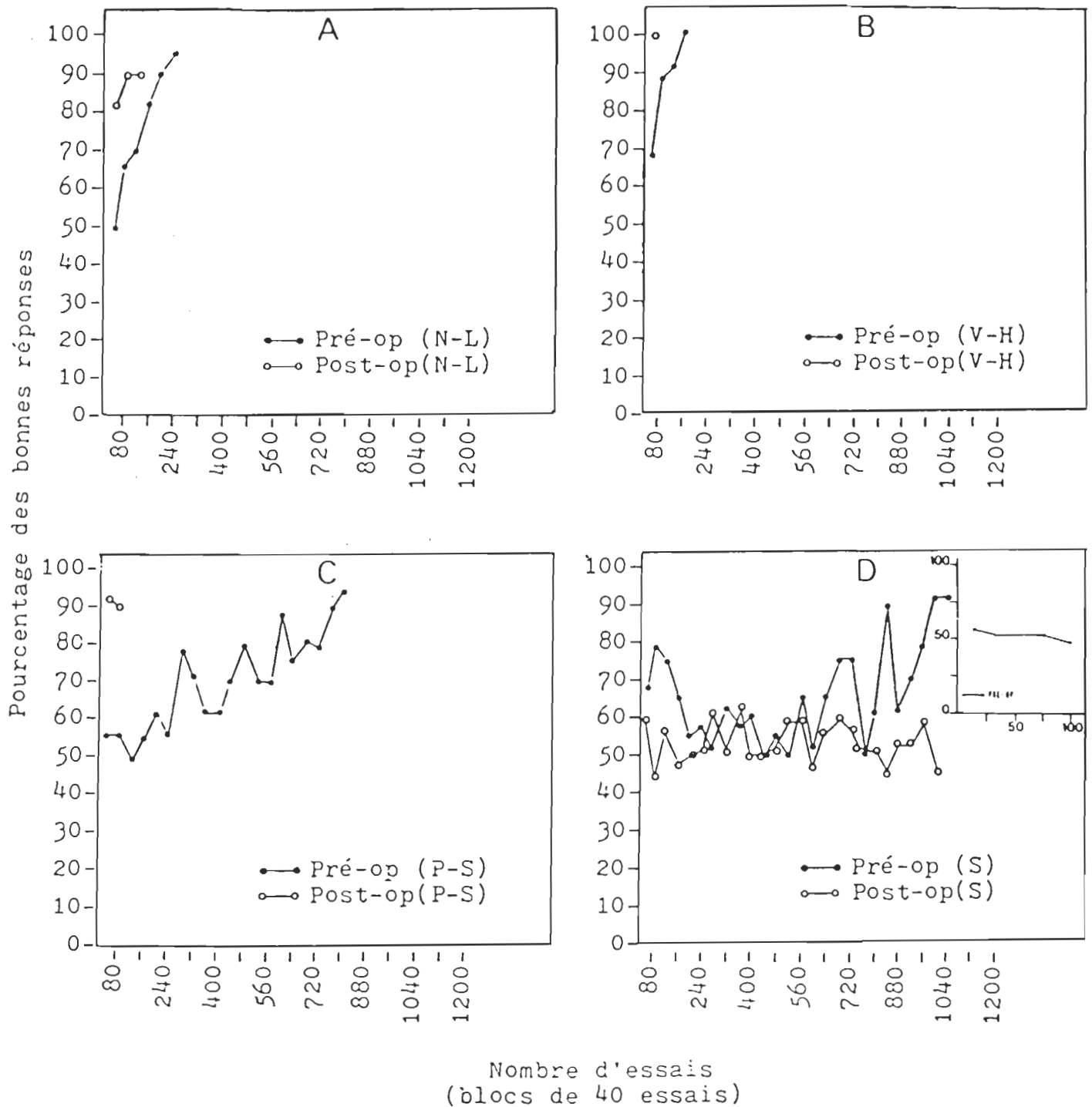


Fig. 7 - Courbes de performances du sujet M 3 pour les différentes tâches discriminatives en pré et en post-opératoire et les contrôles. A) Le noir vs la lumière (N-L). B) Barre verticale vs barre horizontale sur fond blanc (V-H). C) Barre verticale vs barre horizontale en pseudo-stéréopsie (P-S). D) Barre verticale vs barre horizontale en stéréopsie (S) avec les tests contrôle moyens.

Lors de l'apprentissage de la tâche de discrimination visuelle Noir vs Lumière pour le sujet M4 normal, le critère final est atteint en 200 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche illustre l'atteinte du critère en 40 essais (fig. 8A).

De même, les performances du sujet M4 aux tâches Vertical vs Horizontal et Pseudo-Stéréo sont présentées à la figure 8B et 8C. L'animal normal réussit l'apprentissage de la tâche Vertical vs Horizontal en 120 essais. Le retest en post-opératoire de cette même tâche démontre l'atteinte du critère en 40 essais (fig. 8B). L'apprentissage de la tâche Pseudo-Stéréo s'effectue en 360 essais pour le sujet M4 normal. Le retest s'effectue en 40 essais seulement (fig. 8C).

Finalement, les performances du sujet M4 normal lors de l'apprentissage de la discrimination(STEREO) sont illustrées à la figure 8D. L'animal atteint le critère de réussite en 480 essais. Toutefois, le retest démontre qu'après l'ablation des aires 17 et 18, l'animal est incapable d'atteindre à nouveau le critère final et ce, à l'intérieur des 1000 essais prévus.

En conclusion, les résultats montrent que le sujet M4 peut facilement discriminer le noir de la lumière(N vs L) ainsi que les

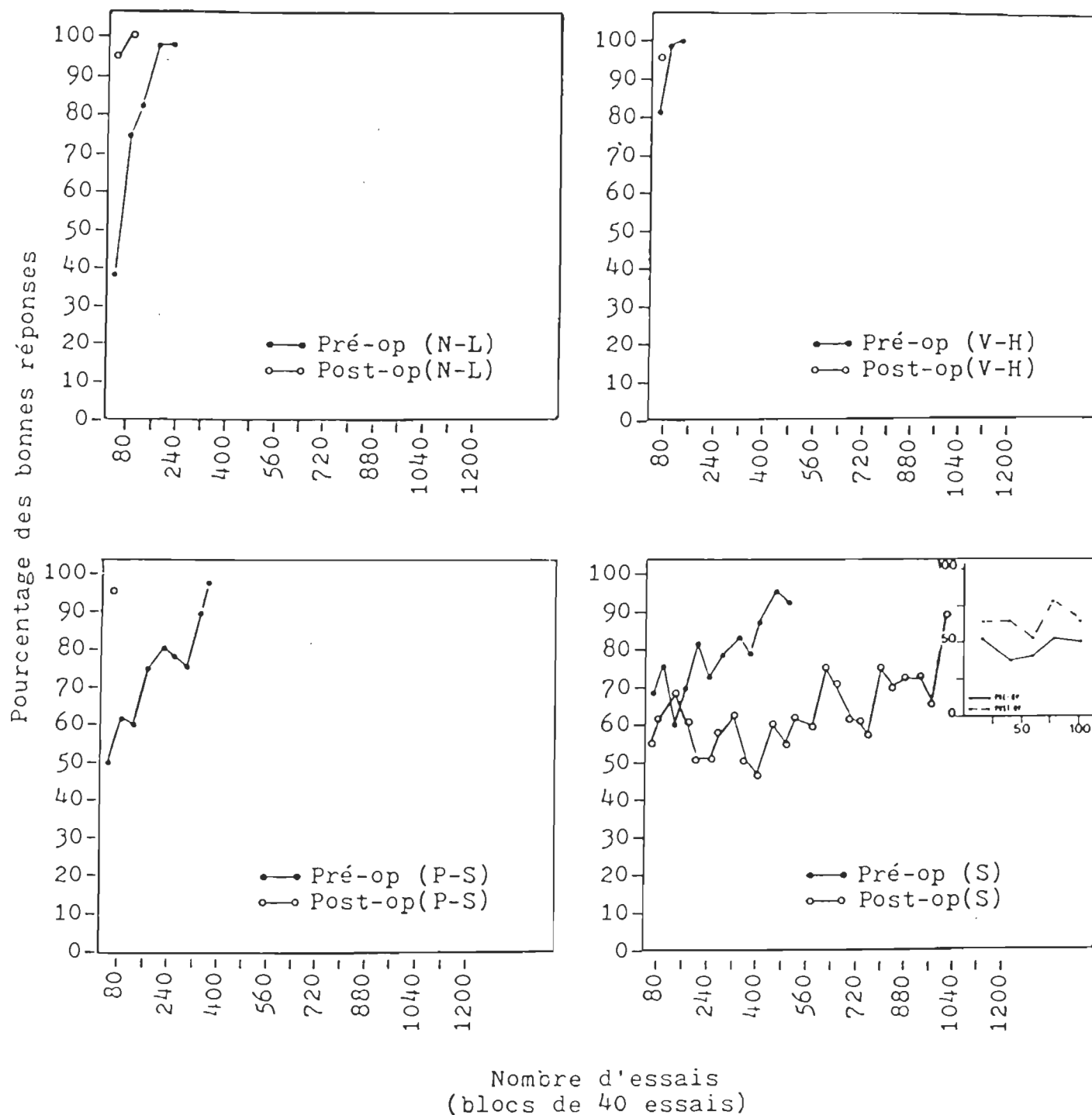


Fig. 8 - Courbes de performances du sujet M 4 pour les différentes tâches discriminatives en pré et en post-opératoire et les contrôles. A) Le noir vs la lumière (N-L). B) Barre verticale vs barre horizontale sur fond blanc (V-H). C) Barre verticale vs barre horizontale en pseudo-stéréopsie (P-S). D) Barre verticale vs barre horizontale en stéréopsie (S) avec les tests contrôle moyens.

patterns de forme(V vs H et P-S) suite à l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18. Par contre, cette lésion affecte sa capacité de réapprentissage d'une tâche stéréoscopique(S). Ces résultats confirment l'hypothèse de travail.

Analyse groupée

L'analyse de ces résultats n'est effectuée que pour la tâche stéréoscopique(Stéréo) qui met à l'épreuve l'hypothèse de travail. Cette analyse se divise en deux sections distinctes: le groupe pré-opératoire et post-opératoire. Ces deux groupes sont composés des mêmes sujets(M1, M2, M3 et M4) qui sont testés avant et après l'ablation des aires 17 et 18. La technique d'analyse des résultats diffère toutefois d'un groupe à l'autre, tenant compte que dans le groupe post-opératoire les sujets n'obtiennent plus le critère de réussite. La partie supérieure gauche de chacun des graphiques illustre les résultats moyens aux test contrôle en monoculaire droit et gauche.

A-Groupe pré-opératoire

Le graphique A de la figure 9 présente les performances des chats normaux en pré-opératoire selon la méthode des critères successifs. Les données sont obtenues en effectuant la moyenne des

essais requis pour l'obtention des critères. La courbe s'échelonne de 20/40 à 36/40, considérant que 20 essais sur 40 réponses possibles représentent le hasard et que 36 succès sur 40 réponses possibles représentent le critère de réussite accepté. La zone ombragée représente la déviation à la moyenne pour chacun des critères(niveaux d'apprentissage).

Lors de l'apprentissage de la discrimination visuelle Stéréo, les sujets normaux ont besoin en moyenne de 434 essais pour obtenir le critère final de 36/40(90%). Les tests contrôle en monoculaire droit et gauche indiquent des performances moyennes se situant au niveau du hasard, soit autour de 50%, démontrant ainsi l'absence d'indices monoculaires.

B-Groupe post-opératoire

Le graphique B de la figure 9 présente les performances des chats en post-opératoire ayant subi l'ablation des aires 17 et 18, selon la méthode des bonnes réponses en fonction du nombre d'essais. Les données sont obtenues en effectuant la moyenne des bonnes réponses pour chacune des séances de 40 essais. Un maximum de 1000 essais est fixé comme critère de non-apprentissage. La zone ombragée représente la déviation à la moyenne pour chacune des séances.

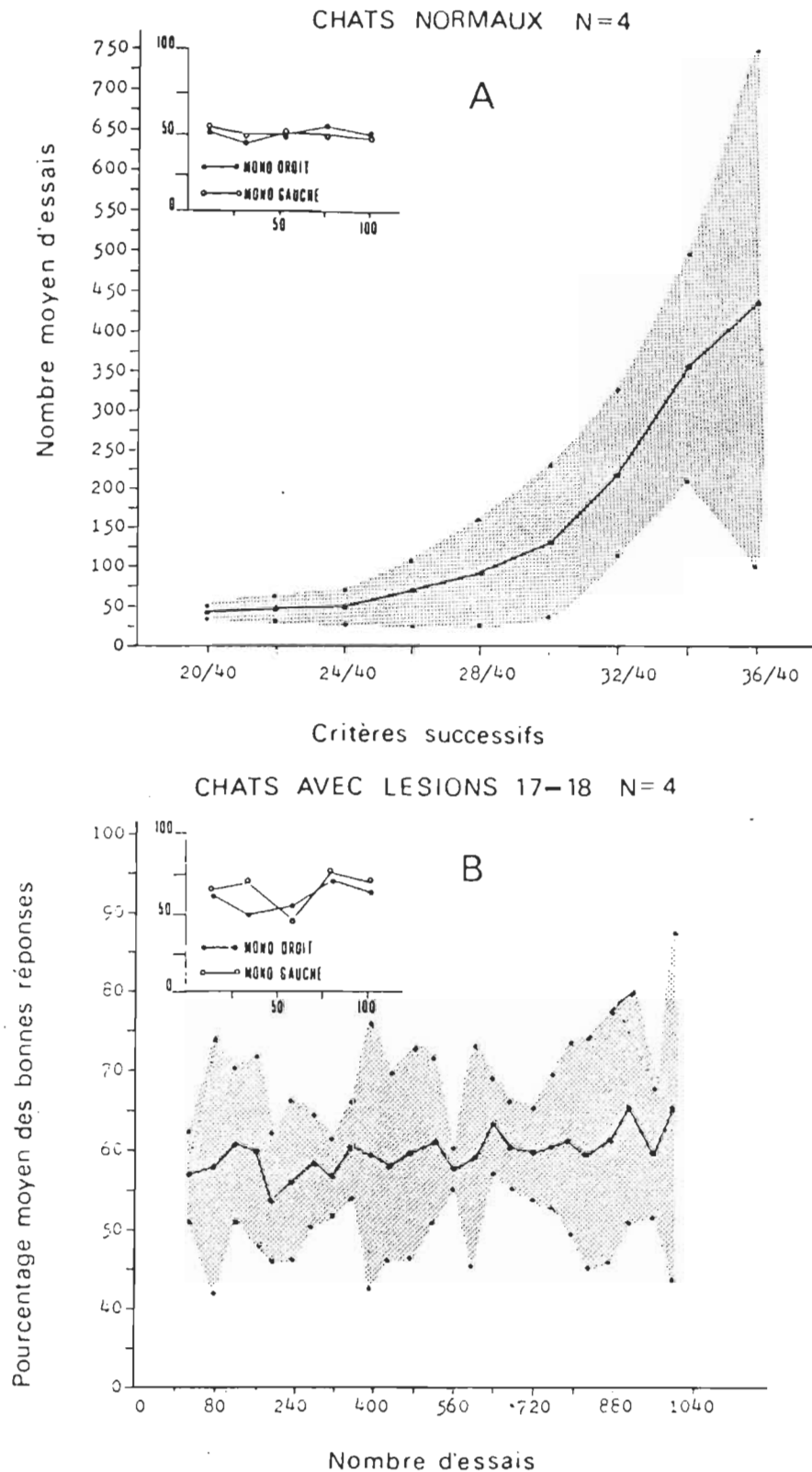


Fig. 9 - Résultats moyens des quatre chats à l'étape Stéréo (S).
 A) Le graphique des critères successifs pour les sujets M 1, M 2, M 3 et M 4 en pré-opératoire avec les tests contrôle monoculaires.
 B) Le graphique des pourcentages de bonnes réponses pour les sujets M 1, M 2, M 3 et M 4 en post-opératoire avec les tests contrôle monoculaires.

Lors du retest en post-opératoire de la discrimination visuelle (STEREO), les sujets lésés obtiennent des résultats moyens entre 54% et 56%. Les sujets n'atteignent pas le critère de réussite. Les tests contrôle en monoculaire droit et gauche indiquent des performances moyennes se situant au niveau du hasard, soit autour de 50%, démontrant ainsi l'absence d'indices monoculaires.

Dans l'ensemble, les sujets ayant subi l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18 éprouvent de la difficulté à bien discriminer l'effet stéréoscopique des stimuli. Cette analyse de groupe confirme l'hypothèse de travail voulant que l'ablation des aires 17 et 18 affecte la capacité de réapprentissage d'une tâche de discrimination visuelle de patterns présentés en relief.

Résultats des tests complémentaires

A-Alignement oculaire

L'analyse des résultats de l'alignement oculaire porte sur la mesure de déviation oculaire des sujets en pré-opératoire et en post-opératoire. La méthode d'analyse s'effectue à partir des résultats des déviations totales obtenues par la méthode décrite au chapitre précédant. Ces déviations moyennes sont illustrées en mm et l'étendue entre les déviations minimales et maximales est

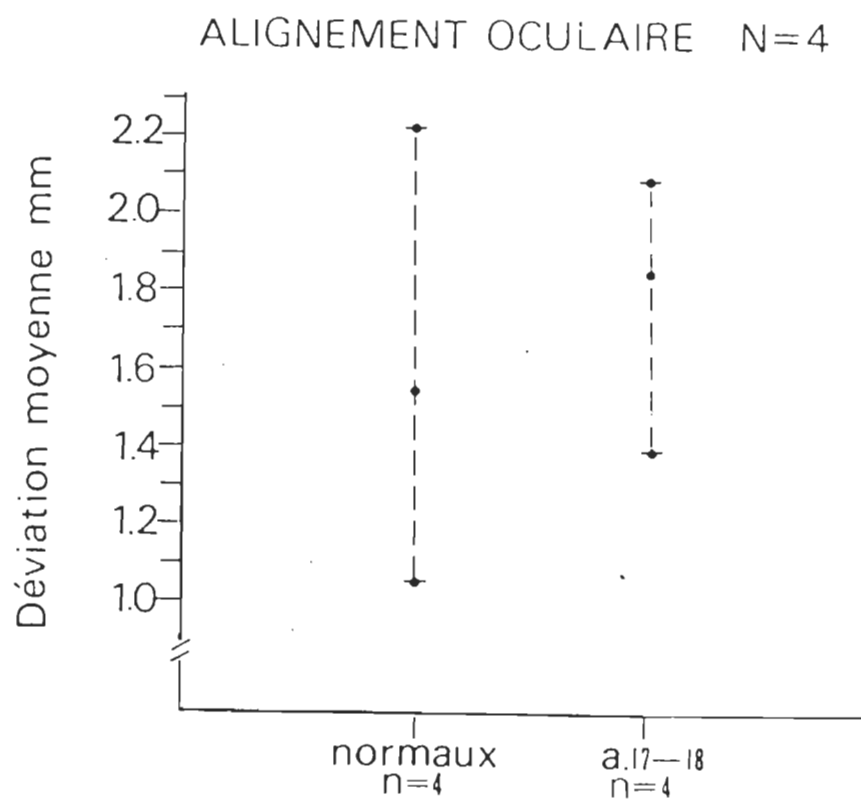


Fig. 10 - Graphique des déviations oculaires moyennes pour les sujets M 1, M 2, M 3 et M 4 mesurées en pré et en post-opératoire. L'écart autour de la moyenne tient compte des déviations extrêmes.

indiquée par la ligne s'écartant du point moyen.

La figure 10 illustre les déviations moyennes des quatre sujets avant et après l'ablation des aires 17 et 18.

La déviation moyenne trouvée chez les chats normaux est de 1.57 mm avec une limite inférieure de 1.05 mm et une limite supérieure de 2.22 mm. Les chats lésés présentent une déviation moyenne de 1.87 mm avec une limite inférieure de 1.4 mm et une limite supérieure de 2.1 mm.

Les résultats obtenues en pré et en post-opératoire se situent dans la marge acceptable des déviations oculaires chez le chat, tel que proposé par Sherman(1971). De plus, aucune variation significative n'est observée suite à l'ablation des aires 17 et 18, les déviations demeurant également dans la marge acceptable. Ceci indique que la difficulté éprouvée aux tests de stéréo par les chats lésés n'est pas due à un désalignement oculaire mais bien à la perte des cellules binoculaires composant les aires 17 et 18.

B-Périmétrie

L'analyse individuelle des résultats obtenus aux épreuves de périmétrie nous informe sur l'étendue du champ visuel pour

chacun des sujets. La méthode d'analyse s'effectue à partir des résultats notés au périmètre pour chacune des positions (de -5 à +5). Les lignes tracées dans chacune des figures représentent le pourcentage des réponses aux stimuli. Ces mesures périmétriques ont été prises en pré et en post-opératoire, en vision binoculaire et monoculaire.

Les figures 11, 12, 13 et illustrent les résultats des quatres chats.

Les résultats obtenus pour les sujets M1, M2, M3 et M4 démontrent un champ visuel adéquat en pré-opératoire chez tous les sujets. Ceci indique que les chats peuvent percevoir biniculairement des objets situés à divers endroits dans le champ visuel jusqu'à 90° des deux côtés.

En post-opératoire les résultats indiquent une diminution généralisée des réponses aux stimuli présentés dans les positions extrêmes du périmètre.

Les quatres sujets normaux répondent adéquatement aux stimulations présentées dans toutes les positions du périmètre. Par contre, en post-opératoire, ils éprouvent tous de la difficulté

à réagir aux stimulations présentés entre 54° et 90° des deux côtés. Pour les sujets M1 et M2, on constate une extinction à 90° du côté gauche. Le sujet M3, quant à lui nous montre une extinction à 90° des deux côtés tandis que le sujet M4 cesse de répondre lorsque le stimulus s'écarte à 90° du côté droit.

Il semble donc que l'ablation bilatérale des aires visuelles 17 et 18 produise une diminution des réponses aux stimuli présentés aux positions périphériques du champ visuel du chat. En général, l'étendue du champ visuel après la chirurgie est réduite aux environs de 54° de chaque côté du point zéro. Au delà de cette limite, les réductions sont marquées et l'on observe même des extinctions.

Toutefois, la stéréopsie mesurée selon la technique de Julesz nécessite l'intégrité de la zone centrale du champ visuel. Cette zone, tel que le démontre les schémas de périmétrie, demeurant intacte après l'ablation des aires 17 et 18 doit permettre une bonne perception de l'effet de relief présent dans les stéréogrammes de Julesz.

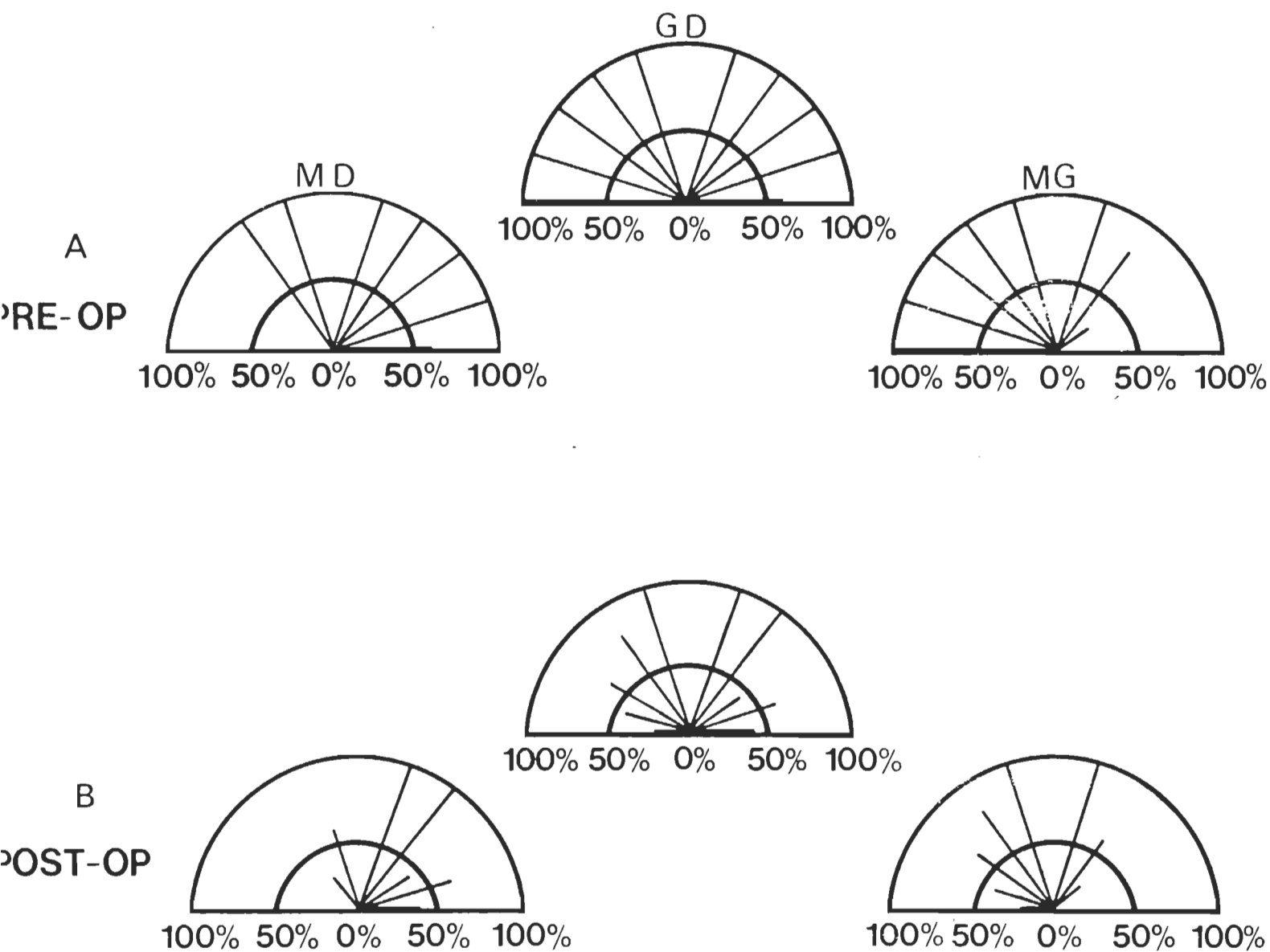


Fig. 11 - Résultats au test de périmétrie en vision binoculaire et monoculaire pour le chat M 1. A) Les résultats en pré-opératoire. B) Les résultats en post-opératoire.

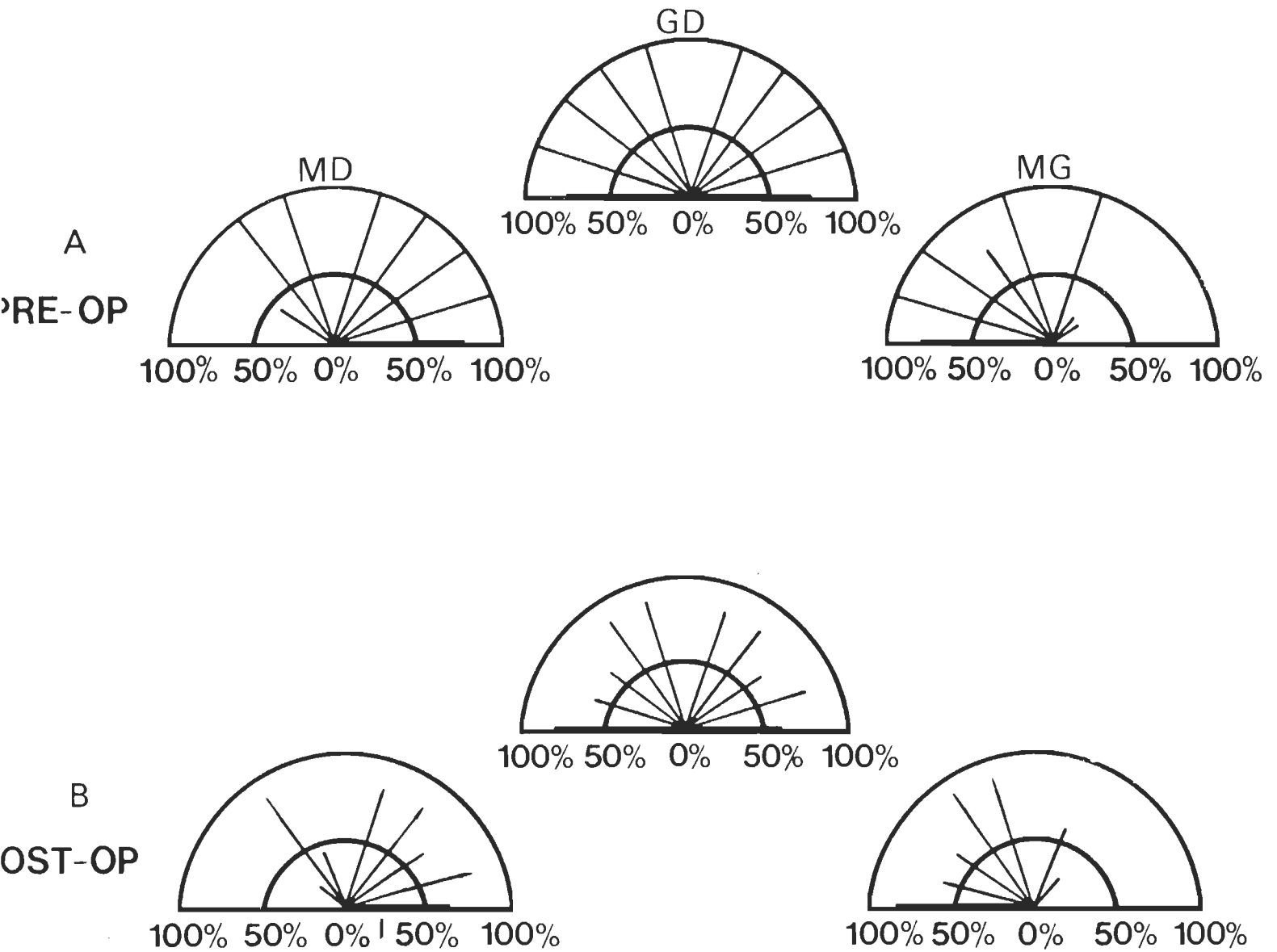


Fig. 12 - Résultats au test de périmétrie en vision binoculaire et monoculaire pour le chat M 2. A) Les résultats en pré-opératoire. B) Les résultats en post-opératoire.

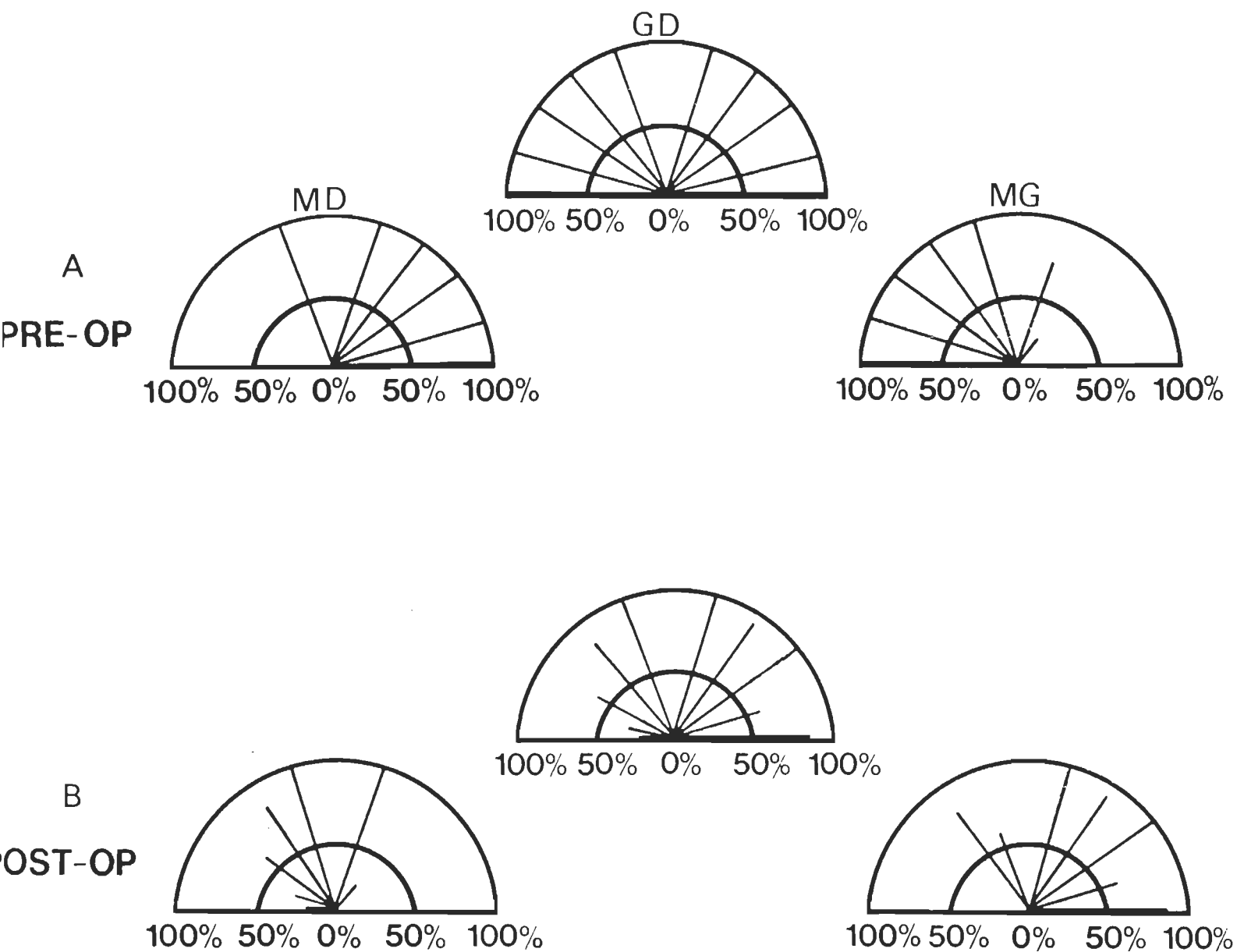


Fig. 13 - Résultats au test de périmétrie en vision binoculaire et monoculaire pour le chat M 3. A) Les résultats en pré-opératoire. B) Les résultats en post-opératoire.

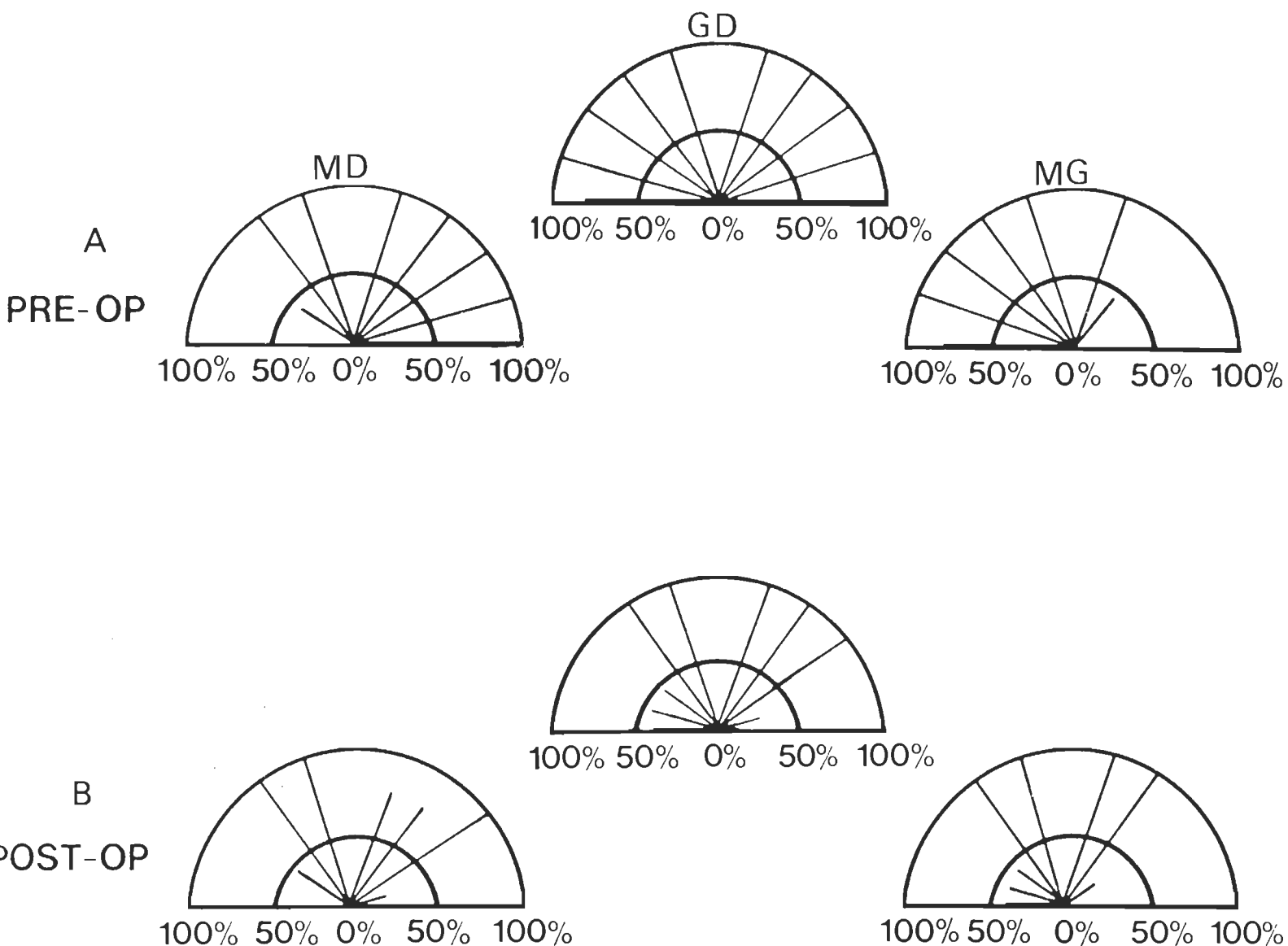


Fig. 14 - Résultats au test de périmétrie en vision binoculaire et monoculaire pour le chat M 4. A) Les résultats en pré-opératoire. B) Les résultats en post-opératoire.

Chapitre IV

Interprétation des résultats

Interprétation des résultats

Les résultats obtenus montrent que des chats ayant subi l'ablation bilatérale des aires corticales visuelles 17 et 18 sont incapables de réapprendre une tâche de discrimination stéréoscopique. Ceci conforme notre hypothèse de recherche voulant que les aires 17 et 18 du cortex visuel soient hautement sensibles à la disparité spatiale et que leur principale fonction soit l'extraction de la stéréopsie.

Il appert que la perte de vision observée ne concerne que la stéréopsie. En effet la perception de patterns bidimensionnels n'est nullement affectée. Lors des étapes V-H et P-S, où des formes planes sont présentées, les performances en post-opératoire sont excellentes. Ceci tend à démontrer le faible niveau d'implication de ces aires dans la perception de formes planes, ce qui corrobore de fait, les résultats de Ptito et Bélanger(1986). Les auteurs ont en effet démontré que des lésions corticales n'abolissent pas l'apprentissage d'une discrimination visuelle de patterns bidimensionnels. De plus, il semble que les chats ayant subi des lésions aux aires 17 et 17-18 combinées, sont ceux qui montrent les meilleures capacités de réapprentissage de discrimination de formes planes. La perception de la forme nous apparaît

donc être indépendante de la stéréopsie.

Les études comportementales de Kaye, Mitchell et Cynader (1981) ont permis de démontrer l'importance des aires 17 et 18 dans la perception de la profondeur. Des chats entraînés selon la technique du Jumping Stand ont subi l'ablation des aires 17 et 18 ainsi qu'une partie de 19. Les résultats démontrent que malgré la présence d'indices monoculaires, la perception de la profondeur est largement déficitaire suite aux lésions corticales. Par contre, l'acuité visuelle et la perception des formes demeurent intacte, ce qui suggère l'existence de voies parallèles assurant ces modes de perception. Les auteurs démontrent que l'ablation de ces aires corticales interfèrent spécifiquement au niveau de la vision du relief. Dans une autre étude effectuée par Ptito et Dion(1986), les inputs binoculaires aboutissant aux aires visuelle ont été sectionnées au niveau de chiasma optique. On constate que la fonction stéréoscopique est grandement affectée tandis que la perception bidimensionnelle est quant à elle très bien préservée.

Des études électrophysiologiques nous apportent des éclaircissements quant à la spécificité des cellules corticales. Initialement, Hubel et Weisel(1970, 1973) ont rapportés la présence de ces neurones sensibles à la disparité seulement au

niveau de l'aire 18 du cortex visuel chez le singe et le chat. Plus récemment, Poggio(1984) a démontré chez le singe l'existence de cellules sensibles à la disparité au niveau du cortex visuel. Lors de la présentation de stimuli contenant une disparité, la majorité des neurones corticaux simples et complexes répondent de façon sélective aux disparités. L'auteur suggère donc que ces neurones jouent un rôle important dans la perception de la profondeur. C'est l'aire 17 du cortex visuel qui contient la plus forte densité des ces cellules.

Ces cellules disparitaires décrites par Poggio ont été retrouvées récemment chez le chat. En effet, Lepore et al(1985) ont montré, grâce à l'enregistrement électrophysiologique, qu'une proportion importante de cellules du cortex visuel primaire est sensible à la disparité spatiale. Ils ont identifiés quatre types de cellules disparitaires. Les DDE(détecteurs de disparité excitateurs) répondent par une décharge accrue lorsqu'elles sont stimulées à une disparité appropriée. Les DDI(détecteurs de disparité inhibiteurs) sont des cellules qui répondent par une diminution de leur décharge lorsqu'elles sont stimulées à une disparité appropriée. Les DDC(détecteurs de disparité croisée) répondent à la disparité croisée ou convergente. Finalement les DDD(détecteurs de disparité divergente) répondent à la disparité

non-croisée ou divergente.

Ces études démontrent donc que les aires 17 et 18 du cortex visuel sont riches en cellules binoculaires. De plus, ces cellules semblent être stimulées simplement par la disparité. Etant donné que ces aires ne jouent par un rôle crucial dans la perception de la forme(réf), il est raisonnable de croire que leur fonction est principalement de percevoir le relief.

Toutefois, les résultats obtenus dans la présente recherche, illustrant un déficit marqué dans une tâche stéréoscopique suite à l'ablation des aires 17 et 18, portent à s'interroger sur le rôle des structures avoisinantes, principalement le suprasylvien latéral. De fait, bien qu'une importante quantité de cellules binoculaires aient été retrouvées également au niveau de l'aire suprasylvienne latérale, il semble, que lors de l'ablation des aires 17 et 18, cette région ne peut prendre en charge la stéréopsie. La relation anatomique qui existe entre 17, 18 et le SSL, entraînant la dégénérescence cellulaires d'une région lors de lésions massives d'autres régions fournit une explication plausible de ce phénomène de non compensation de SSL. En effet, Spear et Baumann(1979) démontrent qu'une importante réduction de cellules binoculaires est observée au niveau du SSL lorsque les projections

afférentes en provenance des aires 17 et 18 sont sectionnées.

Il est également possible que les cellules binoculaires résiduelles ne contribuent pas au type particulier de stéréopsie étudié dans cette recherche. En effet, des travaux menés chez le singe ont permis de différencier la stéréopsie fine et la stéréopsie grossière(globale-fine). Chez cette espèce la stéréopsie globale est affectée par des lésions inférotemporale tandis que la stéréopsie fine est affectée par des lésions corticales(Cowey et Portes, 1979). Dans ce sens, le SSL peut donc contribuer à d'autres types de stéréopsie plus globales.

Conclusion

Le but de cette recherche était de vérifier les capacité de réapprentissage d'une discrimination visuelle stéréoscopique avec l'utilisation des stéréogrammes de Julesz chez des chats ayant subi l'ablation bilatérale des aires corticales 17 et 18. Pour ce faire, quatre chats ont été entraînés à discriminer la stéréopsie(STERE). Après l'atteinte du critère de réussite fixé à 90%, ils ont subi l'ablation bilatérale des aires 17 et 18. Ils ont ensuite été retestés selon la même tâche discriminative.

Les résultats ont démontré une réduction marquée des performances chez les chats lésés. L'incapacité pour ces sujets d'atteindre à nouveau le critère de réussite indique une perte de stéréopsie.

Ces résultats confirment donc notre hypothèse de travail voulant que les aires visuelles 17 et 18 soient principalement impliquées dans le processus d'extraction de la stéréopsie. Ces aires visuelles possèdent une forte densité de cellules sensibles à la disparité spatiales, ce qui explique que leur ablation provoque une perte appréciable de la capacité de percevoir la profondeur.

Dans une recherche future il serait intéressant de travailler sur les différents seuils de disparité afin d'optimiser la réponse des autres systèmes cellulaires.

Appendice A

Table de hasard de Gellerman

Table d'alignement oculaire

Table de périmétrie

Tableau 2

Table de calcul de l'alignement oculaire
utilisée pour mesurer les
déviations oculaires

ALIGNEMENT OCULAIRE

nom: _____ type de lésion: _____ post-op

		1 e	2 e	3 e	X	
pupille	a					oeil central
	b					
	c					
milieu	a					
	b					
	c					
correction	a					
	b					
	c					

		1 e	2 e	3 e	X	
pupille	a					oeil dévié
	b					
	c					
milieu	a					
	b					
	c					
dév correction	a					
	b					
	c					

		photo	réel
ratio	a		
	b		
	c		

X déviation réelle: _____

Tableau 3

Table de périmétrie de 100 essais (10 essais par position)
utilisée pour mesurer l'étendue du champ visuel
en vision binoculaire et monoculaire

Identification: _____ Date: _____

Binoculaire:___ Monoculaire droit:___ Monoculaire gauche:___

1° essai	2° essai	1° essai	2° essai
-5		-2	-5___
+1		+5	-4___
+3		-3	-3___
-2		+4	-2___
+4		+5	-1___
-1		+3	+1___
+5		-4	+2___
-3		-2	+3___
-2		+4	+4___
+4		-3	+5___
-4		+2	
+2		-1	
+1		+3	
-1		+1	
+2		-5	
+5		+2	
-5		-3	
-3		-1	
+3		+3	
+1		-2	
-1		-4	
-4		+5	
+4		+1	
-5		-5	
+2		-4	
			total
			sur 10

Appendice B

Données brutes pour les quatres étapes expérimentales
ainsi que celles du sur-apprentissage
en Pseudo-Stéréo

Tableau 4

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M I normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	25	63
3	28	70
4	31	78
5	29	73
6	39	98
7	37	93

Tableau 5

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M I normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	26	65
3	38	95
4	37	93

Tableau 6

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M I normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	24	60
3	27	68
4	23	58
5	24	60
6	26	65
7	27	68
8	27	68
9	23	58
10	23	58
11	25	63
12	20	50
13	24	60
14	22	55
15	31	78
16	31	78

Tableau 6
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M I normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	33	83
18	31	78
19	31	78
20	32	80
21	35	88
22	30	75
23	32	80
24	37	93
25	37	93

Tableau 7

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
<hr/>		
1	33	83
2	34	85
3	35	88
4	34	85
5	37	93
6	38	95
7	37	93
8	35	88
9	31	78
10	37	93
11	37	93
12	36	90
13	40	100
14	36	90
15	36	90
16	38	95

Tableau 7
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	39	98
18	40	100
19	38	95
20	35	88
21	37	93
22	37	93
23	39	98
24	38	95
25	39	98

Tableau 8

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour
le sujet M I normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	27	68
2	29	73
3	27	68
4	33	83
5	27	68
6	36	90
7	37	93

Tableau 9

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le
sujet M 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	12	60
2	8	40
3	8	40
4	11	55
5	10	50

Tableau 10

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le
sujet M 1 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	13	65
2	8	40
3	11	55
4	11	55
5	11	55

Tableau 11

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M I après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	24	60
2	35	88
3	35	88
4	36	90

Tableau 12

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M I après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	39	98

Tableau 13

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO
pour le sujet M I après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	35	88
2	37	93

Tableau 14

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M I après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	18	45
3	20	50
4	21	53
5	19	48
6	19	48
7	19	48
8	20	50
9	22	55
10	21	53
11	19	48
12	20	50
13	20	50
14	21	53
15	20	50
16	24	60

Tableau 14
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M I après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	21	53
18	22	55
19	23	58
20	22	55
21	20	50
22	18	45
23	21	53
24	20	50
25	19	48

Tableau 15

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	32	80
3	33	83
4	36	90
5	38	95

Tableau 16

Nombre-d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	27	68
2	31	78
3	37	93
4	39	98

Tableau 17

Nombre-d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	18	45
2	28	70
3	28	70
4	30	75
5	34	85
6	34	85
7	33	83
8	37	93
9	37	93

Tableau 18

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	36	90
2	35	88
3	40	100
4	36	90
5	35	88
6	38	95
7	39	98
8	35	88
9	38	95
10	38	95
11	39	98
12	37	93
13	37	93
14	36	90
15	38	95
16	38	95

Tableau 18
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	39	98
18	40	100
19	38	95
20	40	100
21	39	98
22	39	98
23	38	95
24	36	90
25	38	95

Tableau 19

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour
le sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	19	48
2	24	60
3	19	48
4	27	68
5	27	68
6	29	73
7	30	75
8	28	70
9	31	78
10	31	78
11	29	73
12	38	95
13	35	88
14	37	93
15	36	90

Tableau 20

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le
sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	6	30
2	8	40
3	13	65
4	11	55
5	9	45

Tableau 21

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le
sujet M 2 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	10	50
2	13	65
3	11	55
4	10	50
5	11	55

Tableau 22

Nombre-d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIÈRE pour
le sujet M 2 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	33	83
2	38	95

Tableau 23

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 2 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	39	98

Tableau 24

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO
pour le sujet M 2 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95

Tableau 25

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
 lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
 de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
 M 2 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	26	65
2	31	78
3	28	70
4	31	78
5	26	65
6	28	70
7	26	65
8	24	60
9	27	68
10	34	85
11	30	75
12	32	80
13	29	73
14	24	60
15	27	68
16	27	68

Tableau 25
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M 2 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	27	68
18	27	68
19	29	73
20	27	68
21	30	75
22	31	78
23	33	83
24	27	68
25	33	83

Tableau 26

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le sujet
M 2 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	13	65
2	12	60
3	9	45
4	14	70
5	14	70

Tableau 27

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le sujet
M 2 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	9	45
2	9	45
3	11	55
4	13	65
5	12	60

Tableau 28

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	26	65
3	28	70
4	33	83
5	36	90
6	38	95

Tableau 29

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	27	68
2	35	88
3	37	93
4	40	100

Tableau 30

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	22	55
3	19	48
4	22	55
5	25	63
6	22	55
7	31	78
8	29	73
9	25	63
10	25	63
11	28	70
12	32	80
13	28	70
14	28	70
15	35	88
16	30	75

Tableau 30
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	33	83
18	31	78
19	36	90
20	38	95

Tableau 31

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	33	83
2	37	93
3	36	90
4	31	78
5	37	93
6	33	83
7	39	98
8	38	95
9	40	100
10	39	98
11	40	100
12	40	100
13	38	95
14	40	100
15	40	100
16	38	95

Tableau 31
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	37	93
18	39	98
19	40	100
20	40	100
21	40	100
22	38	95
23	32	80
24	38	95
25	39	98

Tableau 32

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour
le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	27	68
2	31	78
3	30	75
4	26	65
5	22	55
6	23	58
7	21	53
8	25	63
9	23	58
10	24	60
11	20	50
12	22	55
13	20	50
14	26	65
15	21	53
16	26	65

Tableau 32
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour
le sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	30	75
18	30	75
19	20	50
20	25	63
21	36	90
22	25	63
23	28	70
24	32	80
25	37	93
26	37	93

Tableau 33

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le
sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	11	55
2	10	50
3	11	55
4	12	60
5	9	45

Tableau 34

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le
sujet M 3 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	9	45
2	11	55
3	10	50
4	9	45
5	10	50

Tableau 35

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M 3 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	33	83
2	36	90
3	36	90

Tableau 36

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 3 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	40	100

Tableau 37

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO
pour le sujet M 3 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	37	93
2	36	90

Tableau 38

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M 3 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	23	58
2	18	45
3	22	55
4	19	48
5	20	50
6	21	53
7	24	60
8	21	53
9	25	63
10	20	50
11	20	50
12	21	53
13	23	58
14	23	58
15	18	45
16	22	55

Tableau 38
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M 3 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	23	58
18	22	55
19	21	53
20	20	50
21	18	45
22	21	53
23	21	53
24	23	58
25	18	45

Tableau 39

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	15	38
2	30	75
3	33	83
4	39	98
5	39	98

Tableau 40

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	33	83
2	39	98
3	40	100

Tableau 41

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO pour
le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	20	50
2	25	63
3	24	60
4	30	75
5	32	80
6	31	78
7	30	75
8	36	90
9	39	98

Tableau 42

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	40	100
2	36	90
3	39	98
4	40	100
5	39	98
6	38	95
7	38	95
8	40	100
9	35	88
10	39	98
11	36	90
12	37	93
13	40	100
14	38	95
15	38	95
16	39	98

Tableau 42
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'entraînement
en sur-apprentissage de la discrimination visuelle
PSEUDO-STEREO pour le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	40	100
18	40	100
19	40	100
20	39	98
21	40	100
22	40	100
23	35	88
24	35	88
25	38	95

Tableau 43

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour
le sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	27	68
2	30	75
3	24	60
4	28	70
5	33	83
6	29	73
7	31	78
8	33	83
9	31	78
10	35	88
11	38	95
12	37	93

Tableau 44

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le
sujet M. 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	10	50
2	8	40
3	8	40
4	11	55
5	8	40

Tableau 45

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le
sujet M 4 normal

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	11	55
2	7	35
3	8	40
4	10	50
5	12	60

Tableau 46

Nombre-d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle NOIR vs LUMIERE pour
le sujet M 4 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95
2	40	100

Tableau 47

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle VERTICAL vs HORIZONTAL
pour le sujet M 4 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95

Tableau 48

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle PSEUDO-STEREO
pour le sujet M 4 après l'ablation
des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	38	95

Tableau 49

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M 4 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	22	55
2	25	63
3	27	68
4	24	60
5	21	53
6	21	53
7	23	58
8	25	63
9	21	53
10	19	48
11	24	60
12	22	55
13	25	63
14	24	60
15	30	75
16	28	70

Tableau 49
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage
de la discrimination visuelle STEREO pour le sujet
M 4 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
17	25	63
18	24	60
19	23	58
20	30	75
21	28	70
22	29	73
23	29	73
24	26	65
25	35	88

Tableau 50

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire droit pour le sujet
M 4 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	12	60
2	15	75
3	10	50
4	16	80
5	14	70

Tableau 51

Nombre d'essais réussis et pourcentage des bonnes réponses
lors de chacune des sessions (20 essais) au test
contrôle en monoculaire gauche pour le sujet
M 4 après l'ablation des aires 17 et 18

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage des bonnes réponses
1	14	70
2	11	55
3	11	55
4	15	75
5	12	60

Appendice C

Données brutes de l'alignement oculaire

Données brutes de la périmétrie

Tableau 52

Déviations oculaires (en mm) pour les quatres
chats en pré et en post-opératoire

<u>Chat M1:</u>	Déviations pré-opératoire:	1.21 mm
	Déviations post-opératoire:	1.89 mm
<u>Chat M2:</u>	Déviations pré-opératoire:	1.80 mm
	Déviations post-opératoire:	2.10 mm
<u>Chat M3:</u>	Déviations pré-opératoire:	2.28 mm
	Déviations post-opératoire:	2.08 mm
<u>Chat M4:</u>	Déviations pré-opératoire:	1.05 mm
	Déviations post-opératoire:	1.40 mm

Tableau 53

Mesures de périmétrie aux 10 positions du périmètre pour
les quatres chats en pré et en post-opératoire
présentées en pourcentage de réussite

<u>Chat M1 pré-op:</u>	-Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	100%	+2=	100%
		-3=	100%	+3=	100%
		-4=	100%	+4=	100%
		-5=	100%	+5=	100%
	-Monoculaire droit	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	100%	+2=	100%
		-3=	0%	+3=	100%
		-4=	0%	+4=	100%
		-5=	0%	+5=	100%
	-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	100%	+2=	80%
		-3=	100%	+3=	10%
		-4=	100%	+4=	0%
		-5=	100%	+5=	0%
<u>Chat M1 post-op:</u>	-Deux yeux	-1=	80%	+1=	100%
		-2=	80%	+2=	100%
		-3=	60%	+3=	40%
		-4=	40%	+4=	60%
		-5=	0%	+5=	40%
	-Monoculaire droit	-1=	60%	+1=	100%
		-2=	10%	+2=	100%
		-3=	0%	+3=	40%
		-4=	0%	+4=	60%
		-5=	0%	+5=	40%
	-Monoculaire gauche	-1=	80%	+1=	60%
		-2=	80%	+2=	10%
		-3=	60%	+3=	0%
		-4=	40%	+4=	0%
		-5=	0%	+5=	0%

Tableau 53
(suite)

Mesures de périmétrie aux 10 positions du périmètre pour
les quatre chats en pré et en post-opératoire
présentées en pourcentage de réussite

<u>Chat M2 pré-op:</u>	-Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	90%	+2=	80%
		-3=	100%	+3=	90%
		-4=	100%	+4=	100%
		-5=	90%	+5=	70%
	-Monoculaire droit	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	80%	+2=	80%
		-3=	20%	+3=	90%
		-4=	0%	+4=	100%
		-5=	0%	+5=	70%
	-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	90%	+2=	50%
		-3=	100%	+3=	10%
		-4=	100%	+4=	0%
		-5=	90%	+5=	0%
<u>Chat M2 post-op:</u>	-Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	80%	+2=	60%
		-3=	60%	+3=	40%
		-4=	20%	+4=	40%
		-5=	0%	+5=	60%
	-Monoculaire droit	-1=	40%	+1=	80%
		-2=	80%	+2=	60%
		-3=	20%	+3=	40%
		-4=	0%	+4=	40%
		-5=	0%	+5=	60%
	-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
		-2=	80%	+2=	60%
		-3=	60%	+3=	20%
		-4=	20%	+4=	0%
		-5=	0%	+5=	0%

Tableau 53
(suite)

Mesures de périmétrie aux 10 positions du périmètre pour
les quatres chats en pré et en post-opératoire
présentées en pourcentage de réussite

<u>Chat M3 pré-op:</u> -Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	100%
	-3=	100%	+3=	100%
	-4=	100%	+4=	100%
	-5=	100%	+5=	100%
-Monoculaire droit	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	0%	+2=	100%
	-3=	0%	+3=	100%
	-4=	0%	+4=	100%
	-5=	0%	+5=	100%
-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	80%
	-2=	100%	+2=	20%
	-3=	100%	+3=	0%
	-4=	100%	+4=	0%
	-5=	100%	+5=	0%
<u>Chat M3 post-op:</u> -Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	80%	+2=	80%
	-3=	60%	+3=	100%
	-4=	0%	+4=	60%
	-5=	40%	+5=	20%
-Monoculaire droit	-1=	60%	+1=	80%
	-2=	80%	+2=	80%
	-3=	0%	+3=	100%
	-4=	0%	+4=	60%
	-5=	0%	+5=	20%
-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	80%	+2=	20%
	-3=	60%	+3=	0%
	-4=	0%	+4=	0%
	-5=	40%	+5=	0%

Tableau 53
(suite)

Mesures de périmétrie aux 10 positions du périmètre pour
les quatres chats en pré et en post-opératoire
présentées en pourcentage de réussite

<u>Chat M4 pré-op:</u> -Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	100%
	-3=	100%	+3=	100%
	-4=	100%	+4=	100%
	-5=	80%	+5=	100%
-Monoculaire droit	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	100%
	-3=	40%	+3=	100%
	-4=	0%	+4=	100%
	-5=	0%	+5=	100%
-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	40%
	-3=	100%	+3=	0%
	-4=	100%	+4=	0%
	-5=	80%	+5=	0%
Chat M4 post-op: -Deux yeux	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	100%
	-3=	40%	+3=	60%
	-4=	40%	+4=	20%
	-5=	40%	+5=	0%
-Monoculaire droit	-1=	100%	+1=	80%
	-2=	100%	+2=	80%
	-3=	40%	+3=	60%
	-4=	0%	+4=	20%
	-5=	0%	+5=	0%
-Monoculaire gauche	-1=	100%	+1=	100%
	-2=	100%	+2=	100%
	-3=	40%	+3=	20%
	-4=	40%	+4=	0%
	-5=	40%	+5=	0%

Remerciements

L'auteur désire tout spécialement remercier son directeur de thèse monsieur Maurice Ptito, Ph.d., professeur et directeur du laboratoire en neuropsychologie expérimentale de l'Université du Québec à Trois-Rivières, pour sa grande disponibilité et son assistance constante et éclairée et monsieur Franco Lepore, Ph.d., professeur agrégé à l'Université de Montréal pour sa collaboration au niveau chirurgical. L'auteur désire également remercier l'équipe de recherche du laboratoire de neuropsychologie composé de madame Andrée de la Chevrotière, madame Rolande Caron Benoît et madame Louise Tremblay pour l'aide apportée durant l'expérimentation ainsi que madame Suzanne Daigle pour son travail durant l'entraînement.

- BARLOW, H.B., BLAKEMORE, C., PETTIGREW, J.O. (1967). The neural mechanism of binocular depth discrimination. Journal of physiology, 193, 327-342.
- BELANGER, C. (1986). Les implication des aires corticales visuelles dans la perception des formes chez le chat. Mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Trois-Rivières.
- BERKLEY, M.A., SPRAGUE, J.M. (1979). Striate cortex and visual acuity functions in the cat. Journal of comparative neurology, 187, 679-702.
- BERLUCCHI, G., GAZZANIGA, M.S., RIZZOLATTI, G. (1967). Microelectrode analysis of transfer of visual information by corpus callosum. Archives italienne de biologie, 105, 583-596.
- BERLUCCHI, G., RIZZOLATTI, G. (1968). Binocularly driven neurons in visual cortex of split-chiasm cats. Sciences, 308-310.
- BERLUCCHI, G., (1972). Anatomical and physiological aspects of visual functions of corpus callosum. Brain research, 37, 371-392.
- BERLUCCHI, G., SPRAGUE, J.M., LEPORE, F., MASCETTI, G.G. (1978). Effects of lesions of areas 17, 18 and 19 on interocular transfer of pattern discriminations in split-chiasm cats. Experimental brain research, 31, 275-297.
- BISHOP, G.N. (1959). The relation between nerve fiber size and sensory modality: Phylogenic implications of the afferent innervation of cortex. Journal of nervous ment, 128, 89-114.
- BISHOP, P.O. (1971). Neurophysiology of binocular single vision and stereopsis. In handbook of sensory physiology, vol 7.
- BISHOP, P.O., HENRY, G.H. (1971). Spatial vision. Annual review of psychology, 22, 119-160.
- BISHOP, P.O., HENRY, G.H., SMITH, C.J. (1971). Binocular interaction fields of single units in the cat striate cortex. Journal of physiology, 216, 39-68.
- BLAKE, R., HIRSH, H.V.B. (1975). Deficits in binocular depth perception after alternating monocular deprivation. Science, 190, 1114-1116.
- BLAKEMORE, C. (1969). Binocular depth discrimination and the nasotemporal division. Journal of physiology, 205, 471-497.
- BOUGH, E.W. (1970). Stereoscopic vision in the macaque monkey: A behavioral demonstration. Nature, 225, 42.

- COWEY, A., PARKINSON, A.M. WARWICK, L. (1975). Global stereopsis in rhesus monkeys. Quarterly journal of experimental psychology, 27, 93-109.
- COWEY, A., PORTER, R. (1979). Brain damage and global stereopsis. Proceeding of royal society of London, biological sciences, 204, 399-407.
- DOTY, R.W. (1971). Survival of pattern vision after removal of striate cortex in the adult cat. Journal of neurology, 143, 341-369.
- DOWELL, P.C. (1970). Visual pattern recognition. New-York: Holt, Rinehart & Winston.
- DUPLESSIS, H. (1983). La vision stéréoscopique chez le chat normal, chiasmatisé ou callosotomisé. Mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Trois-Rivières.
- ELBERGER, A.J. (1979). The role of the corpus callosum in the development of interocular eye alignment and the organisation of the visual field in the cat. Experimental brain research, 36, 71-88.
- ETTLINGER, G., BLAKEMORE, C.B., MILNER, A.D., WILSON, J. (1972). Agenesis of the corpus callosum: A behavioral investigation. Brain, 95, 327-346.
- FERSTER, D. (1981). A comparison of binocular depth mechanisms in areas 17 and 18 of the cat visual cortex. Journal of physiology, 311, 623-655.
- FISHER, B., KRUEGER, J. (1979). Disparity tuning and binocularity of single neurons in the cat visual cortex. Experimental brain research, 35, 1-8.
- FOX, R., BLAKE, R.R. (1971). Stereoscopic vision in the cat. Nature, 233, 55-56.
- GELLERMAN, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. Journal of genetic psychology, 48, 470-473.
- GRAYBIEL, A.M. (1972). Some ascending connections of the pulvinar and nucleus lateralis posterior of the thalamus in the cat. Brain research, 44, 99-125.
- HARWERTH, R.S., BOLTZ, R.L. (1979a). Behavioral measures of stereopsis in monkey using random dots stereograms. Physiology and behavior, 22, 229-234.

- HARWERTH, R.S., BOLTZ, R.L. (1979b). Stereopsis in monkeys using random dots stereograms: The effect of viewing duration. Visual research, 19, 985-991.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1961). Integrative action in the cat's lateral geniculate body. Journal of physiology, 153, 385-398.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1962). Receptive fields binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. Journal of physiology, 160, 106-154.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1965). Receptive fields and functional architecture in two nonstriate visual areas (18 and 19) of the cat. Journal of neurophysiology, 28, 229-289.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1967). Cortical and callosal connections concerned with the vertical meridian of visual fields in the cat. Journal of physiology, 202, 251-260.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1970). Cells sensitive to binocular depth in area 18 of the macaque monkey cortex. Nature, 225, 41-42.
- HUBEL, D.H., WEISEL, T.N. (1973). A reexamination of stereoscopic mechanisms in the cat. Journal of physiology, 232, 290-309.
- INNOCENTI, G.M. (1980). The primary visual pathway through the corpus callosum: Morphological and functional aspects in the cat. Archives italiennes de biologie, 118, 124-188.
- JEEVES, M.A. (1979). Some limits to interhemispheric integration in cases of callosal agenesis and partial commissurotomy. In Russel, I.S., Van Hof, commissures. London: McMillan, pp 449-474.
- JOSHUA, D.E., BISHOP, P.O. (1970). Binocular single vision and depth discrimination: Receptive fields disparities for central and peripheral vision and binocular interaction on peripheral units in cat striate cortex. Experimental brain research, 10, 389-416.
- JULESZ, B. (1960). Binocular depth perception of computer generated patterns. Bell systems technic journal, 39, 1125-1162.
- JULESZ, B. (1971). Foundations of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago press

- KALIL, R.E. (1984). Removal of visual cortex in the cat: Effects on the morphological development of the retino-geniculocortical pathway. Development of visual pathways in mammals. New-York: Alan R. Liss inc, pp 257-274.
- KAYE, M., MITCHELL, D.E. CYNADER, M. (1981). Selective loss of binocular depth perception after ablation of cat visual cortex. Nature, 293, 60-62.
- LASSONDE, M. (1986). The facilitatory influence of the corpus callosum in interhemispheric processing. In Lepore F., Ptito M., Jasper H.H (eds). Two hemispheres-one brain. Alan Liss, New-York, pp 385-402.
- LASSONDE, M.C., PTITO, M., PRIBRAM, K.M. (1981). Intra cerebral influences on the microstructure of visual cortex. Experimental brain research, 43, 131-144.
- LEPORE, F., PTITO, M., CARDU, B., DUMONT, M. (1976). Effects of colliculectomy and striatectomy on achromatic differential thresholds in the monkey. Physiological behavior, 16, 285-291.
- LEPORE, F., GUILLEMOT, J.P. (1982). Visual receptive field properties of cells innervated through the corpus callosum in the cat. Experimental brain research, 46, 413-424.
- LEPORE, F., PTITO, M. GUILLEMOT, J.P. (1985). The role of the corpus callosum in midline fusion. In Lepore F., Ptito M., Jasper H.H (eds): Two hemispheres-one brain. Alan Liss, New-York.
- MICELI, D., LEPORE, F., WARD, R., PTITO, M. (1984). Commisural pathways involved in the inter-hemispheric connections of the anterior ectosylvian visual areas of the cat. Society of neuroscience abstract, 10, 729.
- MILLER, M., PASIK, P., PASIK, T. (1980). Extrageniculostriate vision in the monkey. VII: Contrast sensitivity functions. Journal of neurophysiology, 43, 1510-1526.
- MINCIACCHI, D., ANTONINI, A. (1984). Binocularity in the visual cortex of the adult cat does not depend on the integrity of the corpus callosum. Behavioral brain research, 13, 183-192.
- MITCHELL, D.E., BLAKEMORE, C. (1970). Binocular depth perception and the corpus callsum. Vision research, 10, 49-54.
- MITCHELL, D.E., TIMNEY, B. (1982). Behavioral measurement of normal and abnormal development of vision in the cat. In Ingle D.J., Goodale M.A., Mansfield J.W (eds): Analysis of visual behavior. The MIT press, Cambridge, pp 483-523.

- MOVSHON, J.A. (1974). Velocity preferences of simple and complex cells in the cat striate cortex. Journal of physiology, 242, 121-123.
- MUCKE, L., NORITA, M., BENEDEK, G., CREUTZFELD, O. (1982). Physiologic and anatomic investigation of visual cortical area situated in the ventral bank of the anterior ectosylvian sulcus in the cat. Experimental brain research, 46, 1-11.
- NIKARA, T., BISHOP, P.O., PETTIGREW, J.D. (1968). Analysis of retinal correspondence by studying receptive fields of binocular single units in cat striate cortex. Experimental brain research, 6, 353-372.
- PACKWOOD, J., GORDON, B. (1975). Stereopsis in normal domestic cat, siamese cat and cat raised with alternating monocular occlusion. Journal of neurophysiology, 38, 1485-1499.
- PASIK, P., PASIK, T. (1971). The visual world of monkeys deprived of striate cortex: Effective stimulus parameters and the importance of the accessory optic system. Vision research, 11, 419-435.
- PAYNE, B.R., ELBERGER, A.J., BERMAN, N., MURPHY, E.H. (1980). Binocularity in the cat visual cortex in reduced by sectioning the corpus callosum. Science, 207, 1097-1099.
- PEARSON, H.E., LABAR, D.R., PAYNE, B.R., CORNWELL, P., AGGARWAL, N. (1981). Transneuronal retrograde degeneration in the cat retina following neonatal ablation of visual cortex. Brain research, 212, 470-475.
- PETTIGREW, J.D., NIKARA, T., BISHOP, P.O. (1968). Responses to moving slits by single units in the cat striate cortex. Experimental brain research, 6, 373-309.
- PETTIGREW, J.D., NIKARA, T., BISHOP, P.O. (1968). Binocular interaction on single units in cat striate cortex: Simultaneous stimulation by single moving slits with receptive fields in correspondence. Experimental brain research, 6, 391-410.
- POGGIO, G.F., FISHER, B. (1977). Binocular interaction and depth sensitivity of striate and prestriate cortical neurons of the behaving rhesus monkey. Journal of neurophysiology, 40, 1392-1405.
- POGGIO, G.F., TALBOT, W.H. (1981). Mechanisms of static and dynamic stereopsis in foveal cortex of the rhesus monkey. Journal of physiology, 315, 469-492.

- POGGIO, G.F. (1984). Processing of stereoscopic information in primate visual cortex. In Edelman, G., Cowan, W.M., Gall, W.E (eds): Dynamic aspects of neocortical function. Wiley, New-York.
- PRIBRAM, K.H., WELSON, W.A., CONNORS, J.E. (1962). The effects of lesions of the medial forebrain on alternation behavior of rhesus monkey. Experimental neurology, 6, 36-47.
- PRIBRAM, K.H., LASSONDE, M.C., PTITO, M. (1980). Classification of receptive field properties. Brain research.
- PTITO, M., LASSONDE, M.C. (1981). Effects of unilateral and bilateral lesions of the lateral suprasylvian area on learning and interhemispheric transfert of pattern discrimination in the cat. Behavioral brain research, 7, 211-227.
- PTITO, M., LASSONDE, M.C. (1981). Effects of claustral stimulation on the properties of visual cortex neurons in the cat. Journal of experimental neurology, 77, 315-320.
- PTITO, M., LEPORE, F., LASSONDE, M., MICELI, D. (1982). Effects of selective lesions of visual cortical areas on pattern discrimination in the split-brain cat. Neuroscience letter, 10, 385.
- PTITO, M., LEPORE, F. (1983). Effects of unilateral and bilateral lesions of the lateral suprasylvian area on learning and interhemispheric transfert of pattern discrimination in the cat. Behavioral brain research, 7, 211-227.
- PTITO, M., LEPORE, F., LASSONDE, M., MICELI, D. (1986). Neural mechanisms for stereopsis in cat. In Lepore, F., Ptito, M., Jasper, H.H (eds). Two hemispheres-one brain. Alan Liss, New-York.
- SHERMAN, S.M. (1971). Role of visual cortex in interocular transfer in the cat. Experimental neurology, 30, 34-45.
- SPEAR, P.D. (1984). Functional consequences and compensation following neonatal damage to visual cortex in cats. Development of visual pathways in mammals. Alan Liss, New-York, pp 275-287.
- SPEAR, P.D., BAUMANN, T.P. (1979). Effects of visual cortex removal on receptive field properties of neuron in lateral suprasylvian area of the cat. Journal of neurophysiology, 42, 31-56.

SPRAGUE, J.M., LEVY, J., BERARDINO, A., BERLUCCHI, G. (1977). Visual cortical areas mediating from discrimination in the cat. Journal of comparative neurology, 172, 441-488.

SPRAGUE, J.M., BERLUCCHI, G., RIZZOLATTI, G. (1979). The role of the superior colliculus and pretectum in vision and visually guided behavior. Handbook of sensory physiology.

SPRAGUE, J.M., HUGHES, H.C., BERLUCCHI, G. (1981). cortical mechanisms in pattern and form perception. Brain mechanisms and perceptual awareness, Raven press, New-York, 107-131.

VON DER HEYDT, R., ADORJANY, C., HANNY, P., BAUMGARTNER, G. (1978). Disparity sensitivity and receptive field incongruity of units in the striate cortex. Experimental brain research, 31, 423-545.

WHEATSTONE, C. (1838), contributions to the physiology of vision. I: On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. Philosophic trans royal society of London, 128, 371.